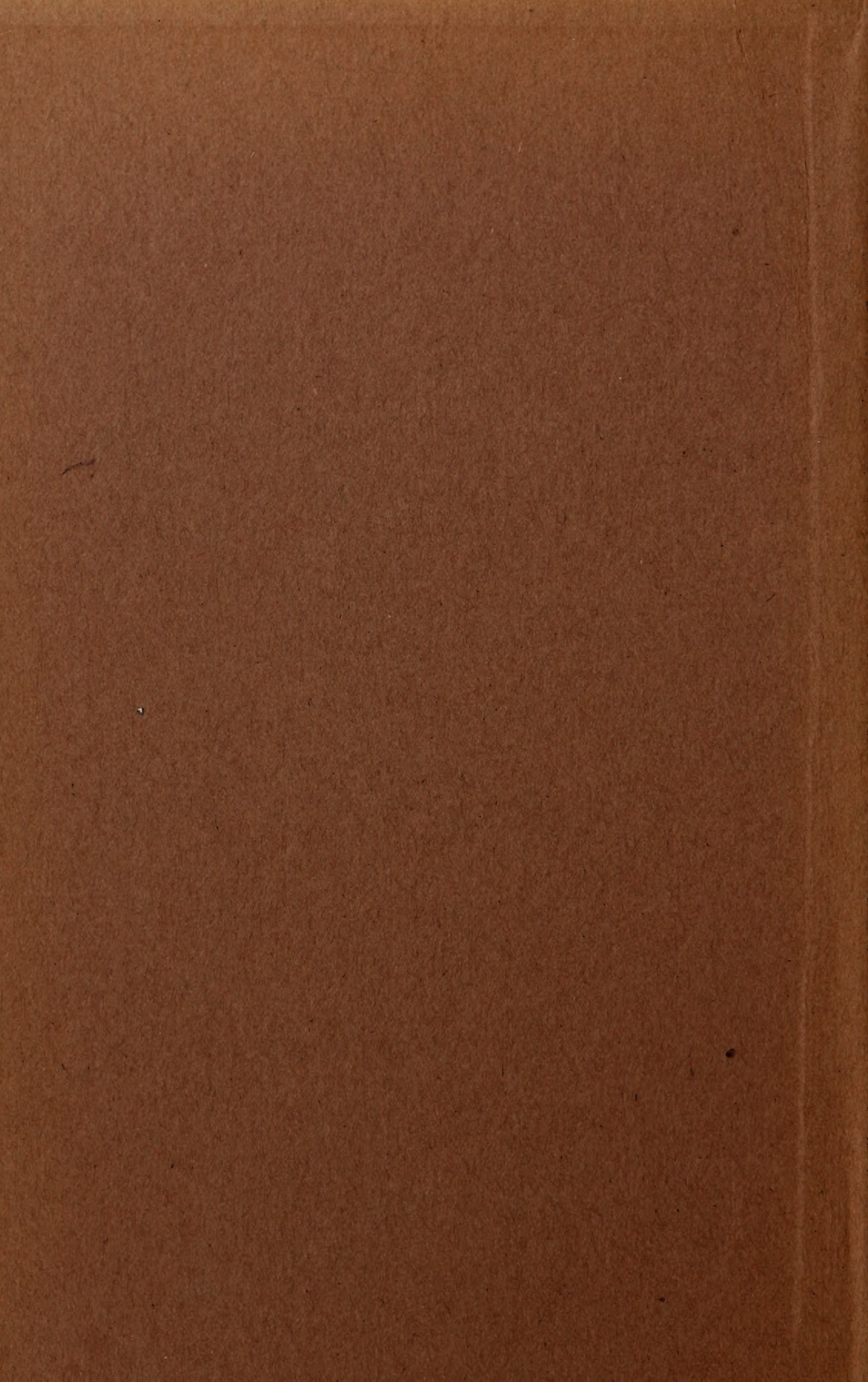
Handbuch der Technischen Mykologie

herausg. von F. Lafar

Zweiter Band: Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe



Jena, Verlag von
Gustav Fischer
1908




MBL/WHOI
0 0301 0014033 1



Handbuch
der
Technischen Mykologie

für technische Chemiker, Nahrungsmittelchemiker, Gärungstechniker, Agrikulturchemiker, Landwirte, Kulturingenieure, Forstwirte und Pharmaceuten

unter Mitwirkung hervorragender Fachgenossen

herausgegeben von

Dr. FRANZ LAFAR,
o. ö. Professor der Gärungsphysiologie und Bakteriologie
an der k. k. Technischen Hochschule zu Wien.

In 5 Bänden.

(Zweite, wesentlich erweiterte Auflage von LAFAR, Technische Mykologie.)

Zweiter Band.
Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe.



Jena.
Verlag von Gustav Fischer.
1905—1908.

Handbuch

der

Technischen Mykologie.

Zweiter Band.

Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe.

Unter Mitwirkung der Herren

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **R. Aderhold** in Berlin, Reg.-Rat Dr. **O. Appel** in Berlin, Prof. Dr. **R. Burri** in Zürich, Prof. Dr. **A. Koch** in Göttingen, Reg.-Rat Dr. **E. Rost** in Berlin, Dr. **A. Spieckermann** in Münster i. W., Prof. Dr. **H. Weigmann** in Kiel

herausgegeben von

Dr. FRANZ LAFAR,
o. ö. Professor der Gärungsphysiologie und Bakteriologie
an der k. k. Technischen Hochschule zu Wien.



Mit 37 Abbildungen im Text.



Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1905—1908.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Herkunft der Bakterien der Milch.

Von Prof. Dr. H. Weigmann.

1. Kapitel.

2. Kapitel.

Zweiter Abschnitt.

Die Gärungen der Milch und der Abbau ihrer Bestandteile.

Von Prof. Dr. H. Weigmann.

3. Kapitel.

Dritter Abschnitt.

Abnormale Erscheinungen an der Milch und ihren Produkten.

Von Prof. Dr. H. Weigmann.

11. Kapitel.

12. Kapitel.

13. Kapitel.

Vierter Abschnitt.

Anwendung der Bakteriologie im Molkereibetriebe.

14. Kapitel.

15. Kapitel.

16. Kapitel.

Sechster Abschnitt.

Mykologie der Zuckerfabrikation und des Bäckereiwesens.

Von Dr. LAFAR.



Erster Abschnitt.

Herkunft der Bakterien der Milch.

Von Prof. Dr. H. Weigmann,
Vorstand der Versuchsstation für Molkereiwesen zu Kiel.

(*Manuskript-Einlauf: 29. August 1904.*)

1. Kapitel.

Herkunft der saprophytischen Bakterien und Abhängigkeit der Bakterienflora der Milch von den Verhältnissen bei der Gewinnung.

§ 1. Scheiden die Elemente der Milchdrüse die Milch keimfrei aus?

Bakterien und auch, in beschränktem Maße, Mycelpilze (Eumyceten) sind beständige Begleiter der Milch und finden sich bereits in der frisch gewonnenen, erstere selbst schon in der frisch abgesonderten Milch. Es war bis vor kurzem noch eine vielumstrittene Frage, ob die Milch im 5 Euter Bakterien enthalte oder nicht und, wenn dies der Fall, ob sie sich in der Milchdrüse selbst befinden oder nur in den nach außen hin nicht völlig abgeschlossenen größeren Hohlräumen des Euters und weiter, ob die Milchdrüse selbst gelegentlich oder in der Regel Bakterien abscheidet.

Die ersten Untersuchungen über die Frage, ob die von der Milch- 10 drüse abgeschiedene Milch keimfrei ist oder nicht, sind von J. Lister (1) ausgegangen. Es ist ihm zum erstenmal gelungen, Kuhmilch auf aseptischem Wege keimfrei zu erhalten. Das gleiche erreichte darauf Meissner (1) ebenfalls mit Kuhmilch und später Th. Escherich (1) mit Frauenmilch.

Während es danach scheinen muß, als ob die Milchdrüse keimfreie 15 Milch liefere, ist im Gegensatz dazu von vielen medizinischen Forschern der Beweis erbracht worden, daß diese, sowohl von gesunden Tieren wie auch von gesunden Frauen, häufig Bakterien und zwar vielfach pyogene Streptokokken und Staphylokokken enthält, sowie ferner daß Krankheitskeime, welche die Ursache von Erkrankungen im tierischen Körper sind, 20 auch in der Milch gefunden werden können. Einwandsfrei ist dies letztere durch Fr. Basenau (1) mit dem *Bacillus bovis morbificans* nachgewiesen, der bei subkutaner Injektion nach Verlauf von einer Stunde, bei intra-

peritonealer Injektion nach 45 Minuten, von der Milchdrüse in größerer Menge abgeschieden wurde. (Ueber die Frage der Abscheidung von Tuberkelbazillen in der Milch von Kühen, die auf Tuberkulin reagieren, deren Euter aber von der Krankheit noch nicht ergriffen ist, siehe § 10 des 2. Kapitels.) Für die Befunde BASENAU's haben K. BASCH und F. WELEMINSKY (1) eine Erklärung gegeben, indem sie zeigten, daß die Infektionskeime nur dann in die Milch übergehen, wenn die Milchdrüse selbst durch den Krankheitserreger affiziert wird und sich in ihr Hämorrhagien (Blutungen durch Zerreißen von Gefäßen) oder andere Veränderungen zeigen, welche den normalen Zusammenhang des Organs stören. Intravenös eingespritzte Bakterien von *Bacillus anthracis* und *Bacillus prodigiosus* konnten weder beim lebenden noch beim geschlachteten Tiere (Meerschweinchen) in der Milch gefunden werden, ebensowenig Staphylokokken und Streptokokken, die im Blute zirkulierten. Dagegen war *Bacillus pyocyaneus* in derselben enthalten und zwar offenbar, weil er im Euter Hämorrhagien und Läsionen an den Drüsenzellen hervorruft. Typhus-, Cholera- und Diphtheriebazillen tun dies nicht, sind deshalb auch nicht in der Milch der erkrankten Tiere anwesend.

In allen Fällen also, in denen die Erkrankung der Milchdrüse soweit gediehen ist, daß das Blut mit der Milch selbst in nähere Berührung zu kommen vermag, wird diese Keime und zwar diejenigen Keime enthalten, welche die Erreger der betreffenden Krankheit sind, in jedem anderen Falle sondern die Elemente der Milchdrüse, die Drüsenbläschen, die Milch keimfrei ab.

Diese These hat sich bisher als richtig erwiesen und muß bis auf weiteres aufrecht erhalten werden, obwohl die Resultate einiger neuerer Forschungen schwer damit in Einklang zu bringen sind. Wie weiter unten ausgeführt werden soll, werden durch manche Exkretionsorgane, wie die Nieren, in Krankheitszeiten Krankheitserreger ausgeschieden, und durch die erwähnten neueren Untersuchungen wird die Richtigkeit der Lehre von der Sterilität der inneren Organe in Frage gestellt. Es liegen aber doch nicht genügend Beweise dafür vor, daß diese Infektionen auf einem anderen Wege zustande gekommen sind als gerade durch den von BASCH und WELEMINSKY angegebenen, denn es ist keineswegs die Möglichkeit ausgeschlossen, daß sie durch makroskopisch nicht wahrnehmbare Hämorrhagien bewirkt sind.

§ 2. Keimgehalt der Milch im Euter.

Anders verhält es sich mit der Frage, ob die von den Drüsenbläschen keimfrei abgeschiedene Milch im Milchdrüsengewebe keimfrei bleibt. Es gelingt nämlich, wie schon angedeutet, nicht immer, bei aseptischem Melken auch nur in den letzten Portionen eines Gemelkes keimfreie Milch zu erhalten, ja man hat in solchen teilweise recht ansehnliche Mengen von Keimen aufgefunden. So erhielt L. SCHULZ (1) nach gründlichem Reinigen des Euters der Kuh und der Hände des Melkers sowie darauffolgendem Waschen mit Sublimat bei 5 Untersuchungen in der ersten Milch 50—97000 Keime und in der letzten Milch zweimal 550 bzw. 665 Keime, dreimal war diese keimfrei. Ebenso fanden A. BACKHAUS und O. APPEL (1) die Annahme nicht bestätigt, daß aseptisch aufgefangene Milch schon nach Abmelken der ersten ge-

ringen Mengen steril sei, sie mußten vielmehr etwa den vierten Teil des ganzen Milchertrages einer Zitze abnehmen, bevor die Milch keimfrei wurde und bei weiteren Versuchen über aseptisches Melken konnten sie nur bei 4 von 7 Kühen am Schlusse des Melkaktes sterile Milch erhalten, während bei den 3 übrigen sich 25 bis 45 Keime im Kubikcentimeter der letzten Milch vorfanden. Noch eingehendere Untersuchungen darüber liegen von E. von Freudenreich (1 u. 2) sowie von F. W. J. Boekhout und J. J. Ott de Vries (1) vor. Ersterer fand zwischen 90 und 500 Keime in der letzten Milch und letztere konstatierten, daß von vielen Teilportionen der letzten Milch einer Kuh nicht eine steril war.

L. Schulz sowie auch Backhaus und Appel nehmen an, daß eine Hauptinfektionsstelle für die frisch ermolkene Milch die um den Schließmuskel am Ausgange der Zitze, dem Zitzenmund, herumliegende Partie der Zitze sei. Letztere halten es für unmöglich, daß die Milch bereits im Euter Bakterien enthalte, weil sie sich unter den in demselben herrschenden günstigen Bedingungen stark vermehren, die Milch verändern und das Euter krank machen müßten. Für diese Anschauung finden sie eine Stütze zunächst in dem aus Versuchen ermittelten Umstand, daß die Zahl der Keime in der aseptisch gewonnenen Milch nicht von der Dauer des Verweilens im Euter abhängt; denn eine 8 Stunden alte Milch enthielt 80 Keime, eine 24 Stunden alte 185 und eine 48 Stunden alte Milch 190 Keime. Außerdem beobachteten sie, daß die Einspritzung einer gewöhnlichen Milchbakterie in die Cysterne des Euters eine Erkrankung desselben zur Folge hatte. Nach der Impfung mit *Bacillus lactis aerogenes* nämlich schwoll in wenigen Stunden das betreffende Euterviertel an, die Milch war von gelblicher Farbe und zu käsigen brockigen Flocken geronnen. Nach E. von Freudenreich (3) erklärt sich dieser Befund jedoch durch den Nachweis Guillebeau's, daß der *Bacillus lactis aerogenes* der Erreger einer „Kreuzviertel" genannten Euterentzündung ist und ferner zeigen außer von Freudenreich noch F. C. Harrison (1), Th. Kitt (1), Steiger (1) sowie R. C. Reed und A. R. Ward (1), daß Bakterien, welche in die Milchdrüse eingeführt werden, falls sie nicht Erreger von Euterentzündungen sind, eine Erkrankung in dieser nicht hervorrufen, obwohl sie sich ziemlich lange im Euter lebend erhalten. Ueberdies scheint es nach Reed und Ward, als ob manche pathogene Bakterienarten, wenn sie neben anderen Bakterien in geringer Zahl vorkommen, keine Erkrankung zu erzeugen vermögen, so z. B. Mastitis erregende Streptokokken.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß sich Bakterien im Euter aufhalten können, ohne eine Erkrankung hervorzurufen und daß Milch in der Tat schon im Euter immer Bakterien enthält, ja daß es nicht unter allen Umständen gelingt, selbst in den letzten Partien eines Gemelkes keimfreie Milch zu erhalten.

Ueber das Verhältnis des Bakteriengehaltes der ersten, sogenannten Vormilch und der letzten, der Strippmilch, bei der gewöhnlichen Art der Milchgewinnung lassen außer den schon angeführten Versuchsergebnissen von L. Schulz auch die Ermittlungen von E. Gernhardt (1) und von F. C. Harrison (1) eine Vorstellung zu. Ersterer hat auf drei Gütern der Umgebung Dorpats durch reinliches Melken (trockenes Abreiben der Zitze, Waschen der Hände) Proben genommen und folgende Zahlen gefunden:

	I	II	III
Vormilch	20 000 Keime	690 620 Keime	226 593 Keime
Strippmilch	3 160 „	1 114 „	10 086 „

Bei den von HARRISON auf der College Farm zu Guelph ausgeführten Versuchen war der Bakteriengehalt der letzten Milch verschieden je nach der Art des Melkens: wurde rasch gemolken, so konnten nur wenige, in einigen Fällen gar keine Bakterien gefunden werden, wurde dagegen langsam und mit Unterbrechung gemolken, so war die Zahl der Keime eine größere und stieg in einem Falle bis zu 57 000.

§ 3. Bakterien in der Milchdrüse und in anderen tierischen Organen.

Ein anderer Weg, der beschritten wurde, um zu ermitteln, ob die Milch bereits in der Milchdrüse Keime enthält oder nicht, ist der, daß man von eben geschlachteten Tieren das Euter und die darin enthaltene Milch der Untersuchung unterworfen hat.

Die ersten diesbezüglichen Versuche sind von J. SIMON (1) am Schlachthofe in Erlangen ausgeführt worden; er fand bei 9 von 13 Kühen, deren Euter direkt nach dem Schlachten abgetrennt und sofort untersucht worden waren, keine Bakterien in der Milchdrüse, bei 3 erkrankten Kühen fanden sich Streptokokken vor. Zu anderen Resultaten gelangte A. R. WARD (1). Er erhielt aus Gewebestückchen aus allen Teilen des Euters von 19 auf Tuberkulin reagierenden Kühen mehrere Arten von Bakterien und zwar solche Arten, wie sie in der vor dem Schlachten der Tiere gemolkenen Milch enthalten waren. Er ist der Meinung, daß die Milchdrüse selbst — natürlich nur insofern sie gesund und unverletzt ist — sterile Milch absondere, daß dieselbe aber gleich nach der Absonderung seitens der Drüsenbläschenzellen durch die in den Milchgängen an allen Orten des Euters vorhandenen Bakterien infiziert werde. Ebenso konstatiert Chr. BARTHEL (1) den Befund von Bakterien in 14 untersuchten Eutern. Er zweifelt jedoch die Beweiskraft seiner Versuche selbst an, weil er bei Kontrolluntersuchungen, die er an bisher als sicher keimfrei angesehenen anderen Organen des tierischen Körpers anstellte, ebenfalls und die gleichen Bakterien fand, wie sie nicht bloß im Euter, sondern auch in der Stalluft und in der vor dem Schlachten der Tiere gewonnenen Milch enthalten waren (Luftbakterien mit gelben Kolonien und *Bac. fluorescens liquefaciens*). Das Vorkommen dieser wie anderer Bakterien und Pilze, die man in der Milchdrüse nicht leicht erwartet, wie *Bac. subtilis* und *Dematium pullulans*, führen ihn zu dem vorsichtigen Schluß, daß der Befund auf eine Infektion von außen zurückzuführen sei. Ferner findet VON FREUDENREICH (3) die Milchdrüse keimhaltig (15 Kühe). Auf Grund seiner Beobachtung, daß die Zahl der Bakterien an verschiedenen Stellen der Milchdrüse verschieden groß ist, manche Stellen auch keimfrei sind, sowie auf Grund besonderer Versuche über die bei einer Luftinfektion in einem bestimmten Zeitraum auf das Objekt fallenden Keime glaubt VON FREUDENREICH das Bedenken BARTHEL's, daß seine Befunde die Folge einer Luftinfektion gewesen seien, beseitigen zu können. Auch F. C. HARRISON (1) stellte solche Untersuchungen mit drei Kühen an. Er benutzte dazu absichtlich Kühe, welche vor dem Schlachten und vor der Anstellung der Untersuchung bereits mehrere Wochen „trocken“, d. h. nicht milchend waren, in der Meinung, daß in diesem Falle eine Infektion der Milchdrüse von außen her weniger wahrscheinlich sei. Zwei der Kühe enthielten Bakterien in

der Drüse und zwar *Bacillus subtilis*, einen unbekannten *Micrococcus* und *Micrococcus varians lactis*; die dritte Kuh hatte eine keimfreie Milchdrüse. Zwei weitere Untersuchungen von ROLLIN H. BURR (1) stimmen mit denen von WARD überein.

Also auch auf diesem Wege der Prüfung hat sich ergeben, daß sich im Euter Bakterien befinden und zwar nicht bloß in dem Netz von weiteren und engeren Kanälen, sondern auch im eigentlichen Milchdrüsengewebe.

Für das Hineingelangen in dieses gibt es dann freilich immer noch die zwei Möglichkeiten, daß die Bakterien entweder von den Ausführungsgängen her in die Drüse einwandern oder mit der Milch von den Drüsenzellen abgeschieden werden. Mit Bezug auf die letztere Möglichkeit käme in Betracht, ob auch andere Organe Bakterien enthalten oder nicht. Die bisherige Annahme ging dahin, daß die inneren tierischen Organe keimfrei seien, die folgenden neueren Versuche stellen sich damit in Widerspruch.

Wohl als Erster hat W. FORD (1) gezeigt, daß in 80 Proz. der von ihm untersuchten Fälle die gesunden Organe frisch getöteter Meerschweinchen, Hunde und Katzen lebende Bakterien (weiße und gelbe Streptokokken) enthielten. E. VON FREUDENREICH (3), der gelegentlich seiner Untersuchungen über die Frage der Keimfreiheit des Milchdrüsengewebes auch solche von Milz und Nieren vorgenommen hat, findet in jedem Falle, wenn auch nicht überall, so doch an mehreren Stellen teils einzelne, teils viele Bakterien und schließt daraus, daß die Organe des tierischen Körpers nicht keimfrei zu sein brauchen. Da er die gleichen Bakterien wie FORD aufgefunden hat und diese nach Untersuchungen von ihm (3) und GUILLEBEAU auch im Pansen der Kühe enthalten sind, so ergibt sich die Möglichkeit, daß die Bakterien vom Darm aus in das Blut eindringen, von wo aus sie in die Organe gelangen. Nach ROGOZINSKI (1) ist dies auch tatsächlich der Fall und zwar nicht nur unter pathologischen sondern auch unter den gewöhnlichen, physiologischen Verhältnissen. Er fand namentlich in den Mesenterialdrüsen stets vom Darm aus eingewanderte Bakterien, namentlich solche der Coli-Gruppe. Um diese Frage noch sicherer festzustellen, hat neuerdings A. WRZOSEK (1) Versuchstieren in der Nahrung Bakterien gereicht, welche in dieser sonst nicht vorzukommen pflegen (wie *Bac. prodigiosus*, *B. fluorescens liquefaciens*, *B. violaceus* und *B. pyogenes*) und es ist ihm gelungen, diese in den Organen von etwa der Hälfte der nach einigen Tagen getöteten Tiere wieder aufzufinden. Die interessanten Einzelheiten über das Verhalten der verschiedenen Tiere und Organe können hier nicht wiedergegeben werden. Von F. C. HARRISON (1) sind in der Leber von drei Kühen Bakterien nachgewiesen. Daß bei kranken Individuen die Organe und deren Sekrete, ohne daß die Organe selbst von der Krankheit ergriffen zu sein brauchen, die betreffenden Krankheitserreger enthalten können, ist bekannt.

Obwohl es den Anschein hat, als könne durch diese Untersuchungen die bisher aufrecht erhaltene Lehre von der Keimfreiheit der Organe und Gewebe im Innern des Tierkörpers erschüttert werden, so muß doch zunächst unbedingt noch an dieser Lehre festgehalten werden (vgl. das 22. Kapitel). Was speziell die Milchdrüse anbelangt, so scheint die Tatsache, daß es in mehrfachen Fällen gelungen ist, sterile Milch aus dem Euter zu gewinnen, eher dafür zu sprechen, daß im allgemeinen die Drüsenbläschen sterile Milch absondern und daß ein

Uebertritt von Blutbestandteilen und von im Blute enthaltenen Bakterien in die Milch für gewöhnlich nicht statthat. Daß unter gewissen Umständen, z. B. bei seelischer Erregung, auch schon beim Futterwechsel Blutkörperchen durch die Membran der Drüsenbläschen hindurchtreten, 5 ist bekannt und es ist nicht ausgeschlossen, daß unter solchen Verhältnissen im Blute enthaltene Bakterien ebenfalls in die Alveolen der Drüsenbläschen und damit in die Milch mit hinüberwandern.

Immerhin aber wird, wie gesagt, dieser Weg des Eintritts von Bakterien in die Milchdrüse ein nur selten und vor allem quantitativ nur 10 sehr wenig in Betracht kommender sein: die am meisten benutzte Zuführungsstraße dürfte sicher die von außen her durch den Zitzenkanal führende sein.

J. Simon (1) und R. Burri (1) weisen mit Recht darauf hin, daß der Zitzenkanal selbst, sowie das Ende desselben, der Schließmuskel, 15 infolge der Längsfaltung vorzügliche Schlupfwinkel für Bakterien seien, die sich um so leichter dorten einfinden, als der Abschluß nach außen ja kein besonders dichter ist. Auch Basenau (1) nimmt wie Schulz (1) bestimmt an, daß Bakterien in die Ausführungsgänge des Euters aufsteigen und ebenso wird die bei Frauenmilch vielfach konstatierte Keim- 20 haltigkeit auf ein Einwandern der Bakterien in die Oeffnungen der Milchdrüsengänge zurückgeführt.

Es darf daher wohl sogar als eine Ausnahme betrachtet werden, wenn sich im Zitzenkanal und den unmittelbar darüber liegenden Höhlungen und Kanälchen des Euters keine Bakterien finden sollten. Die Zahl der- 25 selben wird natürlich um so größer sein, je weniger straff der Schließmuskel sich zu kontrahieren vermag, wie das von Freemann (1) zahlenmäßig festgestellt ist.

Den direkten Nachweis, daß sich im Zitzenkanal — auch von solchen Kühen, welche noch nicht inLaktation gewesen sind — Bakterien be- 30 finden, hat O. Uhlmann (1) durch Serienschnitte an abgetrennten und in Alkohol gehärteten Zitzen geführt. Dabei ergab sich auch, daß die Annahme, als ob der Zitzenkanal und die Milchcisterne der Sammelort für die von der Milchdrüse abgeschiedene Milch sei, nicht richtig ist. Dieselben enthalten, wie auch A. Lux (1) bestätigt, meist keine oder 35 nur sehr geringe Mengen Milch; diese wird vielmehr vom Drüsengewebe zurückgehalten und gelangt nur ausnahmsweise in die genannten Hohlräume.

Da ja nun nach oben hin, in das Gewebe der Milchdrüse, selbst bis in die einzelnen Drüsenbläschen hinein der Weg ganz offen steht, so ist selbstverständlich die leichteste Möglichkeit für die Einwanderung 40 von Bakterien gegeben und es ist nur zu verwundern, daß sich nicht mehr von ihnen in der Milch vorfinden und daß diese, da nichts im Wege steht, daß die verschiedensten Bakterienarten in das Euter einwandern, nicht schon in diesem zersetzt wird, zumal die Bedingungen für das Gedeihen der Bakterien die günstigsten sind.

45 In der Tat unterliegt ja die Milch im Euter des öfteren einer Zersetzung, andrerseits aber scheint es nach den Versuchen von Backhaus und Appel (1), wie nach denen E. von Freudenreich's (3), als ob manche Bakterienarten die im Euter gegebenen Verhältnisse minder gut ertragen. Es erklärt sich damit vielleicht der Umstand, daß von den 50 Forschern, welche sich mit der Frage befaßt haben, meist gleiche oder ähnliche Bakterienarten, meist Kokken, gefunden worden sind.

Eine neue Beleuchtung erfährt die Frage über den Bakteriengehalt der Milch im Euter durch die Arbeiten von A. Lux. Dieser findet näm-

lich, daß der Bakteriengehalt in den aufeinander folgenden Strahlen der frisch, ohne Asepsis gewonnenen Milch verschieden groß ist und daß der erste Milchstrahl nicht der bakterienreichste ist — dem Zitzenmunde infolgedessen auch nicht, wie vielfach angenommen, ein Bakterienpfropfen vorgelagert sein kann — ja daß die letzte Milch meist nicht weniger, 5 manchmal sogar mehr Bakterien enthalte als die erste. Auch die Verteilung der Arten auf die aufeinander folgenden Strahlen ist eine ungleiche, die Milchgänge sind demnach je nach Lage bakterienarm oder bakterienreich und bei dem Melkakt entleeren sich die verschiedenen Partien des Euters nach und nach und ohne vorherige Mischung. Es 10 findet auch kaum jemals eine einigermaßen vollständige Auswaschung der Bakterien im Euter statt, so daß sie sich immer wieder regenerieren können.

§ 4. Baktericidie der Milch.

Gegen ein allzustarkes Anwachsen der Bakterienzahl im Euter 15 schützt sich sowohl das Milchdrüsengewebe wie auch die Milch selbst. Es ist bekannt, daß die Epithelzellen Bakterien abtöten und auflösen und auch der Milch wird als einem in gewissem Sinne lebenden Sekret die Fähigkeit Bakterien abzutöten zugeschrieben wie dem Blute und anderen tierischen Säften. Diese Baktericidie der Milch ist heute 20 allerdings noch nicht als eine endgültig erwiesene Sache anzusehen, die Wahrscheinlichkeit des Bestehens einer solchen Eigenschaft ist aber nach allem bisher Ermittelten sehr groß.

Nach dem Vorgange von J. von Fodor (1) und namentlich G. Nuttall (1) und F. Nissen (1) ist es H. Buchner (1) gewesen, der auf die 25 bakterienvernichtende Eigenschaft der Körpersäfte und die Bedeutung dieser Eigenschaft für die Widerstandsfähigkeit der Organismen gegenüber Krankheitserregern hingewiesen hat. Nach seinen Ermittlungen, die später allgemein bestätigt gefunden wurden und zum Grundstein der heutigen Immunitätslehre geworden sind, ist die Baktericidie des Blutes 30 in gleichem Maße an das zellfreie Blutplasma und an das Blutserum gebunden wie an die Blutkörperchen.

Auch an anderen Körpersäften konnte die gleiche Eigenschaft beobachtet werden und man kann erwarten, daß auch die Milch sie besitzt. Die Behauptung, daß dies der Fall sei, ist zuerst von A. P. Fokker (1) 35 aufgestellt worden. Er fand, daß Milchsäurebakterien in Ziegenmilch in den ersten Stunden an Zahl sehr abgenommen hatten, teilweise sogar nicht mehr vorhanden waren, auch war die von den Bakterien hervorgerufene Milchsäuregärung eine weniger starke in frischer als in erhitzter Milch. Ferner konnte er konstatieren, daß die Vernichtung 40 resp. Verminderung der Bakterien nicht eintrat, wenn die Zahl der eingeimpften Bakterien eine sehr große war — alles Erscheinungen, welche von H. Buchner am Blute wahrgenommen waren. Nach Fokker hat sich E. von Freudenreich (4) mit der Frage beschäftigt und ebenfalls gefunden, daß verschiedene Bakterienarten in den ersten Stunden 45 nach der Einsaat (bis zu 5 Stunden) in Kuhmilch an Zahl ab-, von da an aber zunahmen; ältere, einige Tage alte Milch hatte ihre Baktericidie eingebüßt. Zugleich ist es von Freudenreich gelungen, auch für Milch den Nachweis zu führen, daß die bakterienvernichtende Kraft auch im Serum vorhanden ist. Ferner sind von O. F. Hunziker (1) Be- 50

weise für die Baktericidie der Kuhmilch beigebracht worden. Er hat sowohl eine starke Verminderung — in vielen Fällen bis zu $^1/_7$ der Zahl — wie manchmal sogar ein völliges Verschwinden der Bakterien beobachtet. Der Grad der Baktericidie scheint nicht nur je nach dem Individuum, sondern selbst in den verschiedenen Gemelken desselben Tieres verschieden zu sein. Außerdem übt nach Hunziker die Temperatur der Milch einen Einfluß aus: bei niedriger Temperatur ist die Abnahme des Keimgehaltes eine langsamere aber länger andauernde als bei gewöhnlicher Temperatur; höhere Grade, schon Bruttemperatur, beeinträchtigen die Baktericidie sehr stark und vernichten sie, so z. B. Erhitzen auf 65° C während der Dauer von 40 Minuten.

Während somit die Baktericidie von Fokker für Ziegenmilch, von v. Freudenreich und von Hunziker für Kuhmilch erwiesen schien, ist sie von Fr. Honigmann (1) für Frauenmilch und von Fr. Basenau (2) sowie neuerdings von W. A. Stocking (1) auch wieder für Kuhmilch bestritten worden. Der entgegenstehende Befund Basenau's, wonach sich Cholerabakterien auch in ganz frischer aseptisch gewonnener und sehr bakterienarmer Milch vermehrt hätten, beruht teils darauf, daß Basenau die Zählungen erst nach 31—32 Stunden vornahm, also zu einer Zeit, wo die Baktericidie der Milch schon verloren gegangen ist, teils darauf, daß er sehr große Mengen von Keimen zur Impfung verwendet hat. Stocking weist darauf hin, daß die Verminderung der Keimzahl in den ersten Stunden dem verschiedenen Verhalten der mehrerlei Arten gegenüber Milch als Nährboden zugeschrieben werden könne und das darauf folgende Anwachsen der Zahl der Vermehrung der in der Milch gut wachsenden Keime. Es haben aber auch Versuche mit Keimen, die in der Milch gut wachsen, eine Abnahme der Zahl ergeben, wodurch der Einwand Stocking's hinfällig wird.

Nach den bisherigen Ermittlungen darf man also eine baktericide Eigenschaft der Kuhmilch und vielleicht auch der Milch anderer Säugetiere als bestehend annehmen.

§ 5. Infektion der Milch von außen her.

Wenn nach dem Vorhergesagten unbestreitbar ist, daß die Milch bereits im Euter und im Drüsengewebe Bakterien, manchmal in nicht geringer Zahl, enthält, so ist doch die hauptsächlichste und ausgiebigste Infektionsquelle für dieselbe außerhalb des Euters gelegen. Es sind namentlich die Unreinlichkeiten am Euter und an den Zitzen, der Staub in der Luft des Stalles, Staub oder zersetzte Milchreste in den Gefäßen usw., welche der Milch die oft sehr große Zahl von Bakterien, die sie manchmal aufweist, zuführen. Man wird deshalb zu einer einigermaßen keimarmen Milch gelangen, wenn man alle derartigen Verunreinigungen vermeidet, die Milch also gewissermaßen aseptisch gewinnt. Der Keimgehalt aseptischer Milch ist nicht nur verschieden infolge des verschiedenen Gehaltes der Milch im Euter, sondern je nach dem Grade der Sorgfalt, welche bei der aseptischen Gewinnung angewandt ist. E. v. Freudenreich (3) gibt denselben (nach Entfernung der ersten „Striche") zu 230 im Mittel von 18 Melkungen an und ebenso findet Ch. E. Marshall (1) 295 und H. L. Russell (1) 330 Keime im ccm einer wirklich aseptischen Milch. L. Schulz (1) stellt bei

Anwendung von Sublimatwaschung in der Mischung des gesamten Gemelkes mehrerer Kühe im Mittel 2330 und ohne Sublimatwaschung im Mittel rund 9550 Keime fest. Backhaus und Appel zählten im Mittel von 6 Untersuchungen rund 5000 Keime. Aus diesen Zahlen würde in Uebereinstimmung mit früheren Angaben ebenfalls auf einen großen Keimgehalt der erstermolkenen Milchportionen, der Vormilch, geschlossen werden müssen, und ferner ergibt sich aus ihnen, daß Milch, welche nach gründlichem Waschen des Euters und der Hände des Melkers gewonnen ist, durchschnittlich nicht mehr als 3—6000 Keime enthält.

Daß bei einem weniger vorsichtigen Melken, jedoch noch hohem Grad von Reinlichkeit bereits größere Mengen von Keimen in der Milch enthalten sein werden, ist nur zu erwarten. Gernhardt (1) betrachtet einen Keimgehalt von 150 000 im ccm als äußerste Grenze für eine reinliche Milch, es sind aber meist niedrigere Zahlen für solche Milch gefunden worden. So erhielten Backhaus und Appel (1) 15 bis 16 000, v. Freudenreich (5) 10—20 000 Keime, Cnopf (1) gibt für Milch, welche auf die gewöhnliche Art gemolken ist, 60—100 000 Keime an und Bitter (1) stellt die Forderung, daß gute Milch nicht über 50 000 Keime enthalten darf. Einen überzeugenden Beleg für den Einfluß des Grades von Reinlichkeit beim Melken auf den Bakteriengehalt der Milch gleich nach dem Melken und in der darauf folgenden Zeit teilt W. H. Park (1) mit. Die auf gleiche Temperatur (7,5° C) gebrachte Milch enthielt an Keimen:

	sogleich,	24 Stdn.,	48 Stdn.,	72 Stdn.
		nach dem Melken		
1. Sehr reinlich gewonnene Milch				
a) einer Kuh	6 000	1 933	17 816	—
b) Mischmilch	4 333	2 766	10 583	329 000
2. Reinlich gewonnene Milch	15 500	21 666	76 000	—
3. Auf gewöhnl. Art gewonnene Milch				
a) im Sommer	30 366	48 000	680 000	—
b) im Winter	16 650	31 000	210 000	—

E. Gernhardt (1) zählte in der Milch aus einer reinlichen Milchwirtschaft 787 652 und in solcher aus einer unreinlichen Wirtschaft 5 912 653 Keime im ccm. Daß die beim Morgenmelken zumeist übliche geringere Sorgfalt einen höheren Keimgehalt zur Folge hat, zeigen ebenfalls Backhaus und Appel.

Da, wie ersichtlich, der Keimgehalt im allgemeinen einen Maßstab für die beim Melken herrschende Reinlichkeit abgibt, so werden Keimzählungen nicht selten in großen Sammelmolkereien benutzt, um eine Kontrolle über die Milchlieferanten nach der genannten Richtung auszuüben. Wenn auch die Zahl der Keime noch von anderen Faktoren mit abhängt, so geben solche Kontrollen im allgemeinen ein nicht unzutreffendes Bild sowohl von der Reinlichkeit wie überhaupt von der Sorgfalt, welche in den betreffenden Wirtschaften bei der Gewinnung und Behandlung der Milch herrscht. So berichtet auch Marshall Leighton (1), daß er nach 3-jährigen Untersuchungen in dieser Richtung unter den einem Sammelbetriebe angeschlossenen 17 Wirtschaften 3 Klassen mit verschiedenem Grade von Reinlichkeit an dem Bakteriengehalt der Milch ermitteln konnte, wobei die erste Klasse Milch mit unter 15 000, die

zweite mit 40—70000, die dritte mit über 180000 Keimen im ccm produzierte.

Die Stellen, von welchen aus die Verunreinigung der Milch mit Bakterien beim Melken erfolgt, sind entsprechend der Lage des Euters zunächst die Haare am Unterleib des Tieres, dann die Haare und die Risse und Spalten in der Haut des Euters und der Zitze, außerdem natürlich die Hände des Melkers. Es ist deshalb mit Bezug auf die Reingewinnung und den Keimgehalt der Milch nicht ohne Bedeutung, in welcher Weise das Melken geschieht. So muß bei dem sogenannten „Strippen", bei welchem die Hand des Melkers die Zitzen förmlich abstreift, sowie beim „nassen" Melken, bei welchem der Melker die Hand mit Milch befeuchtet, damit sie leichter über die Zitze gleitet, der Gehalt an Unreinigkeiten und an Keimen sehr viel größer sein als beim „trockenen" Melken und dem „Fausten", wobei die Milch durch Umfassen der Zitze mit der ganzen Hand und mit einem durch die Finger von oben nach unten gehenden Druck aus der Zitze herausgedrückt wird. So fand Backhaus (1) beim trockenen Melken 5600 bzw. 7400, beim nassen Melken 9000 bzw. 7833 Keime; die Unterschiede dürften aber bei geringerer Reinlichkeit sehr viel größer sein.

In manchen Gegenden, so in der Schweiz und auch in Holland, ist es vielfach Sitte, sowohl die Hände des Melkers, wie auch die Zitzen der zu melkenden Kuh mit Fett (Schweinefett, auch Vaseline) einzureiben bezüglich nach vorherigem trockenen Abreiben mit einem reinen eingefetteten Tuch nachzureiben. Es leuchtet ein, daß diese Art des Melkens dadurch, daß die Bakterien sowohl an der Zitze wie an der Hand des Melkers durch das Fett festgehalten werden, eine viel keimfreiere Milch geben muß, und v. Freudenreich (5) hat auf diese Weise sogar eine aseptische Gewinnung der Milch und einen Keimgehalt von nur 212 im Mittel erzielt. Diese Methode des Melkens hat ferner noch den Vorzug, daß an den Zitzen nicht so leicht wunde Stellen entstehen und, falls sie vorhanden, leichter heilen.

Sehr zweckmäßig erweist sich auch das feuchte Abreiben der Flanken der Kuh sowie der Umgebung des Euters. F. C. Harrison (2) hat festgestellt, daß während der Dauer von einer Minute in einen 12 Zoll weiten Eimer bei feuchtem Abreiben der Kühe 640—2350 Keime fallen gegenüber 9845—17155 Keime bei schmutzigen und 8295—9420 Keime bei reinen, vorher nicht abgeriebenen Kühen. H. L. Russell (1) stellte während des Melkens unter der Kuh ein Gefäß von der Weite eines Melkeimers auf, um die vom Bauch des Tieres herabfallenden Keime aufzufangen und ermittelte so, daß bei gewöhnlichem Melken 3250 und nach vorherigem feuchten Abwischen der Umgebung des Euters 115 Keime auf eine Fläche von der Weite des Eimers herabgefallen sein mußten.

Man hat vermutet, daß das Melken mit der Melkmaschine einen geringeren Keimgehalt der Milch bedingen würde. Nach den Untersuchungen Harrison's (3) hat sich diese Annahme, wenigstens mit Bezug auf die „Thistle"-Melkmaschine, nicht bestätigt. Im Mittel von 161 Prüfungen hatte die mit der Maschine gemolkene Milch am Morgen 146595 und am Abend 165033 Keime, während die mit der Hand gemolkene Milch 10619 bzw. 12890 Keime enthielt. Der Grund für diese Erscheinung liegt vor allem in der Unmöglichkeit einer gründlichen Reinigung sowohl der Becher wie der Schlauchverbindungen der Maschine und außerdem darin, daß durch das Saugen der Maschine sehr viel mehr Haare und die Unreinigkeiten daran mit in die Milch hineingesogen

werden. Die mit der „Thistle" gewonnene Milch hatte bei den Versuchen dementsprechend auch eine geringere Haltbarkeit gezeigt als die mit der Hand gemolkene. Bessere Resultate scheinen mit der Murchland-Melkmaschine erzielt worden zu sein. Das gleiche berichtet auch Drysdale. 5

Weitere Verunreinigungen und Bakterien nimmt die Milch beim Auffangen in den Milchgefäßen und aus der Luft des Stalles auf. Ein anscheinend sehr sauberer Melkeimer ist bakteriologisch betrachtet noch recht wenig rein und sein Einfluß auf den Bakteriengehalt hängt fast mehr von seiner Bauart und dem benutzten Material ab als von der 10 auf das Scheuern verwendeten Mühe.

Belege für die Verunreinigung der Milch durch die gewöhnlichen Melkeimer geben C. Plaut (1) sowie Backhaus und Appel (1). Von ersterem aseptisch gewonnene Milch mit 0—50 Keimen im ccm hatte nach dem Eingießen in den Melkeimer 15000 und nach dem Umgießen 15 in den Mischeimer 60000 Keime. Die letzteren stellten fest, daß die in den Eimer gemolkene Milch 6mal mehr Keime enthält als die in sterilen Gefäßen aufgefangene. Die Infektion erfolgt dabei weniger durch die an den Wänden als durch die in den Nähten des Eimers befindlichen Keime, wo sich selbst bei größter Reinlichkeit Milch- und 20 Wasserreste aufhalten und in Fäulnis übergehen.

Wie sehr die Art der Reinigung der Gefäße den Keimgehalt der Milch beeinflußt und wie dieser namentlich durch ein gründliches Ausdämpfen vermindert werden kann, geht aus folgenden Beispielen hervor. Russell (1) fand in Milch, welche in eine auf gewöhnliche Art gereinigte 25 Kanne gemolken worden war, 4265 Keime, dagegen wenn eine vorher gut ausgedämpfte Kanne verwendet worden war, nur 165 Keime. F. C. Harrison (2) spülte verschieden gereinigte Kannen mit sterilem Wasser aus und fand in diesem (im Durchschnitt von 9 Versuchen): bei gut gereinigter und 5 Minuten ausgedämpfter Kanne 880 Keime, bei 30 gut gereinigter und kurz gedämpfter Kanne 54300 Keime, bei mangelhafter Reinigung 442000 Keime.

Diese Zahlen zeigen, welche großen Mengen von Keimen die Milch aus den Unebenheiten, speziell den meist tiefen und bald rostig werdenden Nähten, an welchen der Boden des Gefäßes eingesetzt und die 35 Seitenwände zusammengefügt sind, in sich aufnimmt. Das heute stark hervortretende Bestreben, Milchtransportkannen ohne Naht herzustellen, ist daher nur sehr zu befürworten, muß sich aber auch noch auf die beim Melken verwendeten Eimer ausdehnen.

Daß auch das Material, aus dem die Gefäße hergestellt sind, von 40 Einfluß auf den Bakteriengehalt der darin aufbewahrten Milch ist, und daß namentlich hölzerne Gefäße infolge der in größerem Maße vorhandenen Unebenheiten und infolge des Eindringens von Keimen in die obersten Schichten des Holzes sehr viel mehr Veranlassung zur Infektion geben als glatte, gut verzinnte oder emaillierte Blechgefäße, ist ohne 45 weiteres verständlich. Nach Backhaus (1) gab beim Spülen mit sterilem Wasser: ein Emailgefäß 1105 Keime, ein Blechgefäß 1690 Keime, ein hölzerner Melkkübel 279000 Keime ab. Die Zahl der beim Melken in die Milch fallenden Bakterien kann vermindert werden, wenn man Eimer mit engerer Oeffnung benutzt. C. H. Eckles (1) hat dies durch einen 50 Versuch gezeigt. Er fand beim Melken in einen offenen Eimer 43200 Keime im ccm, beim Melken in einen bedeckten Eimer nur 3200. Verschiedene neu konstruierte sog. Reform-Melkeimer jedoch haben nach

Backhaus (1) keinen Vorteil nach dieser Richtung gebracht. Beim Melkeimer von Steinsberg wird ähnlich wie bei der Thistle-Melkmaschine über die zu melkende Zitze ein Gummistulpen gezogen und über demselben mit der Hand in gewöhnlicher Weise gemolken. die Milch wird mittelst Gummischlauches von dem Stulpen direkt in eine verschlossene Kanne geleitet. Die damit gewonnene Milch hatte einen höheren Bakteriengehalt als die gewöhnlich ermolkene. Bei dem Stieger'schen Reformeimer wird die Milch auf ein Sieb gemolken und fließt darauf über zwei weitere Siebe in den Eimer; sie wird dadurch wohl von den gröberen Verunreinigungen, nicht aber von Bakterien gereinigt, weil die nachfließende Milch die letzteren von ersteren herabspült, wie einige von Backhaus angestellte Versuche ergeben haben. Am zweckmäßigsten erscheint letzterem ein gewöhnlicher Eimer zu sein, welchem ein mit kleiner Oeffnung versehener Deckel aufgelegt wird. Daß eine solche Bedeckung des Eimers während des Melkaktes von großem Nutzen sein muß, zeigt sich schon daran, daß beim Melken auf den Deckel, selbst bei der besten Körperpflege, Haare und feine Schmutzteile niederfallen.

Auch die Kleidung des Melkers oder der Melkerin gibt, wenn sie staubig oder schmutzig ist, Gelegenheit zur Infektion der Milch.

Eine weitere wichtige Quelle der Infektion der Milch mit Bakterien und Pilzen ist die Luft des Stalles. Aus diesbezüglichen Untersuchungen von G. Misson (1), Chr. Barthel (1), Backhaus und Appel (1), N. Lönnroth (1), F. C. Harrison (1) ergeben sich zahlenmäßige Belege dafür, in welchem Maße dies geschieht bei der Verteilung des Heues und der Einstreu während des Melkens, wie der Keimgehalt der Luft im Stalle um so niedriger ist je weniger Bewegung in demselben herrscht, daß in einem alten Stalle die Luft mehr Keime enthält als in einem neuen und daß die Luft im Freien auf dem Lande im allgemeinen bakterienärmer ist als im Stalle, weshalb das Melken im Freien empfehlenswerter ist als das Melken im Stalle.

Von Einfluß ist ferner auch die Art und die Qualität des Streumaterials, wie Backhaus (1) zeigt, indem er in je 1 Gramm der Streu einen Keimgehalt feststellt: bei Torf von rund 2 Millionen, bei gutem Stroh von rund 7,5 Millionen, bei schlechtem Stroh von rund 10 Millionen. Der Bakteriengehalt der Milch war im Durchschnitt von 2 wöchentlichen Versuchen bei Torfstreu 3500 Keime im ccm, bei Strohstreu 7330 Keime im ccm. Durch Untersuchungen, die weiter unten des näheren besprochen werden, haben H. Weigmann und G. Zirn (1) den Zusammenhang zwischen der Bakterienflora der Milch und ihre davon abhängige Beschaffenheit mit der Beschaffenheit der Streu dargetan.

§ 6. Die in der frisch gewonnenen Milch enthaltenen Arten von Bakterien.

Den besten Beweis für den Einfluß der verschiedenen Faktoren auf die in der Milch enthaltenen Bakterien wird man erhalten, wenn es gelingt, nachzuweisen, daß diese in ursächlichem Zusammenhang stehen mit den Bakterien- und Pilzarten, wie sie an den betreffenden Gegenständen vorhanden sind, bezüglich wie sie in dem betreffenden Falle erwartet werden müssen.

Nach dieser Richtung ist es zunächst interessant und auch für einen

Vergleich wichtig, zu wissen, welche Bakterienarten in der Milch enthalten sind, solange sie sich noch im Euter der Kuh befindet, welche Arten also in der aseptisch gewonnenen Milch vorgefunden werden.

A. P. Fokker (1) fand in solcher Milch zu allermeist nur einen Mikrokokkus, der auf Milch ohne Einfluß ist, außerdem kamen ziemlich häufig auch Bazillen vor, welche die Milch bei schwach oder stark alkalischer Reaktion koagulieren, während es zu den größten Seltenheiten gehörte, daß sich Milchsäurebakterien vorfanden. Auch von Freudenreich und J. Thöni (1) vermochten zu konstatieren, daß in rein gemolkener Milch meist Kokken vorhanden sind und zwar teils Gelatine verflüssigende, teils nicht verflüssigende Kokken (erstere vielleicht teilweise identisch mit dem *Staphylococcus mastitis aureus* und *albus* Guillebeau; ein verflüssigender Kokkus mit weißem Pigment steht dem im Kapitel 10 öfter erwähnten „verflüssigenden Kokkus" sehr nahe, wird jedoch von dem Autor selbst als nicht identisch mit diesem bezeichnet, obgleich er ebenfalls auf Käse eine reifende und Geschmack gebende Wirkung hat). Ebenso hat A. Lux (1) in neueren über die in der frischen Milch auftretenden Bakterienarten sowohl auf Kuhmilch wie auf Ziegenmilch sich erstreckenden Untersuchungen in der Hauptsache immer einen Kokkus (*Staphyloc. mastitis albus*) angetroffen. Diesen hält Lux für „in der Regel nicht pathogen und nur ausnahmsweise Mastitis erzeugend", er ist vielleicht identisch mit dem *Micrococcus varians lactis*, den amerikanische Forscher, unter ihnen R. H. Burr (1), bei der Untersuchung von Kuheutern mehrfach vorgefunden haben.

Das *Bacterium coli commune*, das man bei verunreinigter Milch häufig antreffen wird, da es ja der hauptsächlichste Bewohner des Kotes ist, ist in reinlich gewonnener Milch selten. Auch das in Milchprodukten fast ausnahmslos vorhandene *Oidium lactis* ist in frischer Milch wenig häufig. Appel hat es in aseptisch gewonnener Milch nur sehr selten angetroffen, R. Thiele (1) dagegen fand es bei 12 Versuchen in jeder Probe vor.

Was das Auftreten von Milchsäurebakterien in der aseptisch wie in der auf die gewöhnliche Weise gewonnenen Milch anlangt, so ist schon erwähnt, daß sowohl Fokker wie von Freudenreich und Thöni in ersterer Milchsäurebakterien nur sehr selten angetroffen haben. Ebenso gaben mehrere andere Forscher ihrer Verwunderung Ausdruck, daß sie eigentlich selten größere Mengen dieser Bakterien in frischer oder selbst in mehrere Stunden alter Milch haben finden können. So erwähnt J. W. C. Goethart (1) in einer Arbeit über „lange Wei", daß er bei seinen Untersuchungen über die Bakterien von Milch, welche er im Winter in Amsterdam ausgeführt habe, immer nur eine äußerst geringe Anzahl von Milchsäurebakterien in der frischen wie in der 12-stündigen Milch gefunden habe. Rollin H. Burr (1) hat bei 300 Proben von Vormilch, also der erstgemolkenen Milch, nur in ca. 2 Proz. der Proben säuernde Bakterien vorgefunden. In diesen letzteren Fällen war nie das *Bacterium lactis acidi* Leichmann angetroffen worden, sondern immer die von H. W. Conn als *Bacillus acidi lactici II* bezeichnete Milchsäurebakterie und *Bact. lactis aërogenes*. C. Gorini (1) hat sowohl in der Milch von 14 in drei verschiedenen Stallungen aufgestellten Kühen wie auch in der Marktmilch von Pavia beständig und in großer Menge die von ihm „Säure — Lab — bildende Bakterien" bezeichneten verflüssigenden Mikrokokken gefunden. Desgleichen haben H. W. Conn und W. M. Esten (1) in einer großen Zahl von Milchproben aus der Um-

gebung von Middletown (Connecticut) sogleich nach der Gewinnung Milchsäurebakterien nur in äußerst geringer Menge angetroffen, es waren vielmehr vorhanden: in erster Linie ein *Staphylococcus*, welcher nach weiteren Ermittlungen schon aus dem Euter stammt, dann 2 oder 3 ver-
5 flüssigende Bakterien und 2 gewöhnlich vorkommende Sarcinen. Nach Untersuchungen von R. Burri (1) enthält sowohl reinliche Stallmilch wie unreinliche Alpensennereimilch meist nur wenig Milchsäurebakterien, im Mittel von 9 Untersuchungen 0,9 Proz. der Gesamtzahl der Bakterien; nur selten treten sie in großer, dann allerdings überwiegender Menge
10 auf. Auch Burri fand die Coli- und Aërogenesbakterien nur in geringer Menge.

Diesen Befunden in betreff des Vorkommens von Milchsäurebakterien stehen solche von F. C. Harrison (1) und von Backhaus und Appel (1) entgegen. In beiden Fällen sind in überwiegender Menge Milchsäure-
15 bakterien gefunden worden; die interessanten Angaben über das Vorkommen anderer Milchbakterien lese man in den Arbeiten selbst nach.

Nicht unwichtig ist es, daß die Flora der Milch gleich gefütterter und gleich gehaltener Tiere eine wenig übereinstimmende ist. Bei den Untersuchungen von H. L. Bolley und C. M. Hall (1) ist nur eine
20 Bakterienart der Milch mehrerer Kühe oder auch nur je zwei nebeneinander stehender Kühe gemeinsam gewesen. Einzelne Arten fanden sich nur in der ersten Milch, andere nur in der letzten; Regelmäßigkeiten schienen aber nicht zu bestehen. Ebenso fand H. Weigmann (1) nur eine geringe Uebereinstimmung in der Milchflora einiger nebenein-
25 ander stehender Kühe, die Uebereinstimmung der Flora des Kots war dagegen bei gleicher Fütterung eine bessere (siehe § 8).

§ 7. Abhängigkeit der Bakterienflora der Milch von der Stalluft, vom Streumaterial und von der Weide.

Wie ein Zusammenhang der Bakterienzahl der Milch mit dem Keim-
30 gehalt der Stalluft besteht, so macht sich ein solcher natürlich auch mit Bezug auf die Arten von Keimen geltend. Es scheint auch hier zuzutreffen, daß die in der Stalluft enthaltenen Arten mehr Mikrokokken sind als Bazillen, wenigstens dann, wenn die Luft des Stalles sich einige Zeit in Ruhe befunden hat und nicht kurz vorher Futter oder Streu
35 vor- resp. untergegeben worden ist. Dies haben vor allem Backhaus und Appel (1) konstatieren können, indem sie z. B. bei einer Untersuchung von 533 zur Entwicklung gelangten Bakterien 85,4 Proz. als Kokken, 13,3 Proz. als sporenlose Bakterien und 1,3 Proz. als sporentragende Bakterien erkannten. C. Barthel (1) fand bei seinen Unter-
40 suchungen in einem Stalle bei Hamra in Schweden sowohl in der Stalluft wie auch in der Milch in der Hauptsache 5 verschiedene Bakterienarten vertreten, wovon die häufigste der *Micrococcus candicans* (Flügge) war. Zuweilen nur stellte sich eine größere Zahl von *Bacillus subtilis* oder von Schimmelpilzen in der Stalluft ein, der erstere dann, wenn den
45 Kühen frischeres weniger gelagertes Heu dargereicht wurde. Sehr ausgedehnte Untersuchungen über die Bakterien der Stalluft, der erstermolkenen und der Mischmilch hat F. C. Harrison (3) in den Ställen von 96 Lieferanten einer kanadischen Käserei ausgeführt. Die Ställe waren fast alle sehr schmutzig und dementsprechend enthielt die Luft
50 in denselben sehr große Mengen von Schimmelpilzen, worunter recht

häufig (in 19 Fällen) ein die Rinde der Käse rotfärbender Schimmelpilz sich befand. Außerdem waren in großer Menge vorhanden *Bacillus coli*, *Proteus*-Arten und etwas seltener *Bacillus subtilis*. In den mit Kot stark beschmutzten Ställen befanden sich in der Luft außer Schimmelpilzen vor allem große Mengen von *Bact. coli* und *Bact. lactis aërogenes*. Da HARRISON, wie schon erwähnt, in der Vormilch hauptsächlich Milchsäurebakterien und einige andere die Milch nicht verändernde Arten konstatiert, so glaubt er annehmen zu müssen, daß die Beziehungen zwischen der Flora der Milch und der der Stalluft nicht so sehr innige seien.

Die Keimarten der Stalluft werden aber verschieden sein, je nachdem sie vom Futter oder von der Streu herstammen, es ist deshalb auch richtiger, den Beziehungen zwischen Flora der Milch und der dieser beiden Quellen nachzugehen. Solchen Untersuchungen kommt auch eine höhere praktische Bedeutung zu insofern, als die Kenntnis dieser Beziehungen Aufklärung zu geben vermag über mancherlei Erscheinungen in der Milchwirtschaft. Es liegen in dieser allerlei teils gut begründete, teils auch mehr oberflächliche Erfahrungen vor, denen nachzugehen eine lohnende Aufgabe für die angewandte Bakteriologie wäre.

Was zunächst den Einfluß der Streu auf die Flora der Milch anlangt, so ist es eine dieser Erfahrungen, daß schlechte Streu die Qualität der Milchprodukte nachteilig beeinflußt. Einige interessante durch bakteriologische Untersuchungen gestützte Beispiele hierfür geben H. WEIGMANN und G. ZIRN (1). Schlechtes Streumaterial ist fast immer von Schimmelpilzen, sogenannten wilden Hefen, sowie von verflüssigenden oder die Milch peptonisierenden Bakterien bewohnt und diese, an den Haaren der Kühe sowie an den Hautfalten, namentlich der Zitzen anhaftend, gelangen in die Milch und rufen in dieser gewisse „Milchfehler“ hervor. Vor allem ist es eine auf schlechte Streu zurückzuführende Erscheinung, daß Milch und Rahm weder spontan noch auch unter Zuhilfenahme von saurer Milch die für die Butterbereitung erwünschte Säuerung eingehen, sondern eine mit schlechtem bitterem Geschmack und unangenehmem Geruch verbundene Auflösung erfahren, die den Butterungsprozeß vereitelt und sonstige mißliche Folgen hat. Die gleichen Erscheinungen werden beobachtet, wenn statt des üblichen Strohs Heidekraut als Einstreu verwendet wird, wie das in Heidegegenden häufig geschieht (siehe Näheres im 11. Kapitel).

Die Abhängigkeit der Milchflora von der Körperunterlage zeigt sich nicht bloß bei der Stallhaltung sondern auch beim Weidegang. An sich ist die Bakterienzahl und die Anzahl der verschiedenen Arten schon verschieden je nach dem Aufenthalt des Viehes, beide sind bei Stallhaltung größer als bei Weidegang. Aber auch bei diesem sind die Arten offenbar nicht immer die gleichen und es besteht — bis jetzt allerdings noch nicht nachgewiesenermaßen, sondern zunächst erst erfahrungsgemäß — eine gewisse Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen und der Lage der Weide sowie der Art der Pflanzen auf der Weide usw. Es ist z. B. eine allgemein gemachte Erfahrung, daß die Benutzung jungfräulichen Bodens (etwa früheren Wald- oder Heidebodens) zur Weide ungünstige Verhältnisse für die Gewinnung von Milchprodukten mit sich bringt und daß diese sich erst allmählich bessern, je mehr der Boden in Kultur kommt, während Dauerweiden unter sonst günstigen Verhältnissen ein gutes Produkt sichern. Es kommt auch nicht selten vor, daß auf anscheinend guter Weide trotz aller Sachkenntnis nur ein fehlerhaftes

Produkt gewonnen wird und daß mit Einführung der Pasteurisierung plötzlich die erstrebte günstige Wendung erzielt wird.

Daß die Bakterienflora nach der Gegend und nach den dort herrschenden Verhältnissen verschieden sein muß, geht auch aus einer Angabe des Direktors der Molkereischule Rütti bei Bern, Peters, hervor, nach welcher der Berner Käser viel mit unregelmäßig säuernder Milch zu kämpfen hat, während der Ostschweizer mehr die Blähung der Käse (durch gasbildende Bakterien) fürchtet.

Solche Beobachtungen führen unwillkürlich zu der Vermutung, daß zwischen Bakterienflora und Boden eine Abhängigkeit bestehen müsse. Nach R. Burri's (2) Untersuchungen würde aber weder die Bakterienflora der Luft (in freier Natur) noch auch die Bakterienflora der Pflanze ein Abbild der Flora des Bodens sein. Dagegen liegen mehrfach Beweise dafür vor, daß gewisse Pflanzen die Wirte bestimmter Bakterien sind, daß diese auf jenen „wachsen“. So wachsen bekanntlich die Weinhefen auf den Beeren des Weinstockes. Fribes (1) fand die Erreger der Flachsröste auf dem Flachs, J. Behrens (1) die Erreger der Hanfröste auf dem Hanf und C. Wehmer (1) sagt: „das Weißkohlblatt ist der Sitz des Milchsäurebakteriums und der Hefen, welche die Sauerkrautgärung verursachen“. Solche Beispiele und die in der Landwirtschaft wie in manchen Gärungsgewerben gemachten Erfahrungen machen also solche Beziehungen zwischen Pflanzenart und Bakterienart recht wahrscheinlich und man mag deshalb geneigt sein, auch eine Abhängigkeit der Milchflora von der Bakterienflora der Pflanzen der Weide anzunehmen. Gleichzeitig zeigen diese Beispiele sowie manche Beobachtungen, nach denen gewisse Bakterienarten durch das Wohnen auf bestimmten Pflanzen die Eigenschaft annehmen, diesen Pflanzen eigentümliche Geschmacksprodukte zu erzeugen, ein wie aussichtsreiches und dankbares Feld der Forschung hier noch vor uns liegt.

Nach Beobachtungen, welche von Weigmann (2) mitgeteilt sind, hat auch die während des Weideganges herrschende Witterung einen großen Einfluß auf die Bakterienflora der Milch, indem bei nassem oder mehr noch bei naßkaltem Wetter sich ähnliche Erscheinungen einstellen wie bei der Benutzung schlecht gewordener angefaulter Streu.

§ 8. Einfluß des Futters auf die Flora der Milch.

Abgesehen vom Futterstaub in der Stalluft macht sich der Einfluß der Fütterung auf die Flora der Milch nur indirekt durch die Flora des Kotes geltend. Je leichter die Gelegenheit gegeben ist, daß die Tiere sich und speziell das Euter beschmutzen, um so stärker wird dieser Einfluß hervortreten. Er ist deshalb im Stalle bedeutender als auf der Weide und tritt am deutlichsten hervor bei Futterwechsel, namentlich im Frühjahr beim Uebergang von der Stallfütterung zum Weidegang. Untersuchungen darüber liegen vor von E. Wüthrich und E. von Freudenreich (1). Der Keimgehalt des Kotes war bei Trockenfütterung sehr viel größer als bei Grasfütterung und Weidegang, am größten war er bei reiner Heufütterung. Von Arten waren neben den in der Ueberzahl vorhandenen Colibakterien bei Heufütterung der *Bacillus subtilis*, bei Kartoffelfütterung *Oidium lactis* in größerer Menge aufgetreten, deren Anwesenheit in den Futtermitteln vorher nachgewiesen war. Die Versuche zeigen auch, daß bei der Passage des Futters durch

den Verdauungskanal manche Bakterien- und Pilzarten verloren gehen, denn von den in den sauren Kartoffeln in großer Menge angetroffenen Hefen und von dem in Biertrebern enthaltenen *Bacterium lactis aerogenes* war im Kote nichts zu finden. Bei verschiedenen Versuchen WEIGMANN's (1) nach dieser Richtung wurde folgendes ermittelt. Die Fütterung von 5 Steckrüben (*Brassica Napus rapifera*) hatte eine außerordentliche Erhöhung des Gehaltes an Colibakterien zur Folge. Eine Ersetzung von Weizenkleie in der Futterration durch größere Mengen Kornschlempe aus einer Branntweinbrennerei bewirkte eine gänzliche Aenderung der Bakterienflora des Kotes. Es ist übrigens diese bei gleicher Fütterung 10 bei mehreren nebeneinander stehenden Kühen eine bei weitem besser übereinstimmende als die Flora der Milch in gleichem Falle, wenn auch nicht völlig gleiche. So waren bei einem mit 4 Kühen angestellten Versuch zwei Bakterienarten im Kote aller 4 Kühe, zwei Arten bei 3 Kühen, eine Art nur bei 3 Kühen und eine Art nur bei einer Kuh 15 gefunden worden.

Futtermittel, welche entweder durch Verdorbensein oder durch einen Gehalt an abführenden Stoffen oder gewissen Gärungserregern Verdauungsstörungen verursachen, haben begreiflicherweise namentlich bei unreinlicher Stallhaltung einen besonders großen und gefährlichen Ein- 20 fluß auf die Flora der Milch. Als solche Futtermittel sind bekannt: Rübenblätter und Rübenköpfe in süßem und angesäuertem Zustande, wenn sie in größerer Menge gereicht werden, gefrorene und dann angefaulte Rüben, Kartoffeln und andere Futtermittel, befallener Klee, angeschimmeltes Heu und Stroh, sauer gewordene Biertreber und Schlempe, 25 angeschimmelte Malzkeime und Oelkuchen. Erwähnenswert ist ferner die noch nicht aufgeklärte Erfahrung, daß manche Futterkräuter in nassem Zustande (nach Regen oder Tau) Gärung oder sonstige Verdauungsstörungen im Darm verursachen und so ebenfalls die Flora der Milch beeinflussen, wie das z. B. von Klee, Spörgel und anderen Futter- 30 pflanzen bekannt ist.

Literatur

zum Kapitel Herkunft der saprophytischen Bakterien der Milch etc.

***Backhaus**, A., (1) Ber. d. landw. Instit. d. Univ. Königsberg i. Pr., 1898, Bd. 2, S. 12. ***Backhaus**, A., und **Appel**, O., (1) Ber. d. landw. Instit. d. Univ. Königsberg i. Pr., 1900, Bd. 5, S. 73. ***Barthel**, Chr., (1) Revue générale du lait., 1901-02, Bd. 1, S. 505 u. 529. ***Basenau**, Fr., (1) Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 23, S. 44. — (2) Ebenda, 1895, Bd. 23, S. 170. ***Basch**, K., und **Weleminsky**, F., (1) Arch. f. Hyg., 1899, Bd. 35, S. 205. ***Behrens**, J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 205. ***Bitter**, H., (1) Z. f. Hyg., 1890, Bd. 8, S. 277. ***Boekhout**, F. W. J., und **Ott de Vries**, J. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 825. ***Bolley**, H. L., und **Hall**, C. M., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 788. ***Buchner**, H., (1) Arch. f. Hyg., 1890, Bd. 10, S. 84. ***Burr**, Rollin H., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 236. ***Burri**, R., (1) Schweiz. landw. Centralbl., 1902. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 756. ***Cnopf**, (1) Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 6, S. 553. ***Conn**, H. W., und **Esten**, W. M., (1) Revue générale du lait, 1901 bis 1902, Bd. 1, S. 123. ***Eckles**, C. H., (1) Jowa Agr. Exp. Stat., 1901, Bull. Nr. 59. ***Escherich**, Th., (1) Fortschr. d. Medic., 1885, S. 231. ***Fodor**, J. von, (1) Arch. f. Hyg., 1886, Bd. 4, S. 130. ***Fokker**, A. P., (1) Z. f. Hyg., 1890, Bd. 9, S. 41. ***Ford**, W., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1903, Bd. 32, Ref., S. 140. ***Freemann**, (1) Cit. n. Freudenreich (3). ***Freudenreich**, E. von, (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1897, Bd. 11, S. 91. — (2) Ebenda, 1902, Bd. 16, S. 91. — (3) Ebenda, 1903, Bd. 17, S. 199. — (4) Ann. de microgr., 1891, Bd. 3, S. 416. — (5) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1890, Bd. 4, S. 18. ***Freudenreich**, E. von, und **Thöni**, (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1903, Bd. 17, S. 232 und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 305. ***Fribes**, (1) Cit. n. Burri (2). ***Gernhardt**, E., (1) Dissert. Jurjew (Dorpat) 1893. ***Goethart**,

J. W. C., (1) Landbouwkundig Tijdschr., 1897, Afl. 5, S. 261. *Gorini, C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 137. *Harrison, F. C., (1) Revue générale du lait, 1902—03, Bd. 2, S. 457, 481, 510 u. 538 und 22. Ann. Rep. Ontario Agr. College 1896. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 183. — (3) Revue générale du lait, 1901—02, Bd. 1, S. 457 u. 485. *Honigmann, Fr., (1) Z. f. Hyg., 1893, Bd. 14, S. 205. *Hueppe, F., (1) Mitt. Kais. Ges.-Amt, 1884, Bd. 2, S. 309. *Hunziker, O. F., (1) Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Bull. Nr. 197; ref. Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 874. *Kitt, Th., (1) Monatsh. f prakt. Tierheilk., 1891, Bd. 2. *Leighton, Marshall, (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1900, Bd. 27, S. 683. *Lister, J., (1) The Pharm. Journ. and Transact. of the Pathol. Soc. of London, 1878, Bd. 29, S. 29. *Lönnroth, (1) Cit. n. Barthel (1). *Lux, A., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 11, S 273. *Marshall, Charles E., (1) Michig. Agr. Exp. Stat., 1900, Bull. Nr. 182. *Meißner, (1) Cit. n. Hueppe (1). *Misson, Gg., (1) Notes sur la laiterie en Allemagne et en Danemark. Bruxelles 1893. *Nissen, F., (1) Z. f. Hyg., 1889, Bd. 6, S. 487. *Nuttall, G., (1) Z. f. Hyg., 1886, Bd. 4, S. 353. *Park, W. H., (1) Journ. of Hyg., 1901, S. 393. *Plaut, C., (1) Arch. f. Hyg., 1891, Bd. 13, S. 159. *Reed, R. C., und Ward, A. R., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 30, S. 83. *Rogozinski, (1) Fortschr. d. Veter.-Hyg., 1904, Bd. 1, S. 290. *Russell, H. L., (1) Dairy Bacteriologie. Madison 1902. *Schulz, L., (1) Arch. f. Hyg., 1892, Bd. 14, S. 260. *Simon, J., (1) Dissert. Erlangen 1898. *Steiger, (1) Dissert. Bern 1903. *Stocking, W. A., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1903, Bd. 33, Ref., S. 275. *Thiele, R., (1) Z. f. Hyg., 1904, Bd. 46, S. 402. *Uhlmann, O., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1903, Bd. 35, Orig., S. 224. *Ward, A. R., (1) Cornell Univ. Agr. Exp. Stat., 1900, Bull. Nr. 178. *Wehmer, C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 625. *Weigmann, H., (1) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 147 u. 163. — (2) Ebenda, 1903, Bd. 32, S. 33 und Arb. d. Versuchsstat. f. Molkereiwesen Kiel, 1903, Bd. 3, S. 60. *Weigmann, H., und Zirn, Gg., (1) Milchztg., 1893, Bd. 22, S. 569. *Wrzosek, A., (1) Fortschr. d. Veter.-Hyg., 1904, Bd. 1, S. 290. *Wüthrich, E., und Freudenreich, E. von, (1) Jahresber. d. Molkereischule Rütti pro 1894, Bern 1895.

(*Manuskript-Einlauf: 29. August 1904.*)

2. Kapitel.

Herkunft der parasitischen Bakterien in der Milch und Beziehungen der Milch zur Verbreitung von Krankheiten.

§ 9. Die Milch als Ueberträger von tierischen Krankheiten auf 5 den Menschen.

Die Frage der Uebertragung von Krankheiten auf Milch ist ein in der medizinischen Literatur vielfach und seit langem erörtertes Thema, trotzdem besteht nach manchen Richtungen hin noch große Unsicherheit. Für nicht alle Krankheitserreger ist die Milch ein willkommenes Medium, 10 doch gehen sie in derselben meist nicht so rasch zugrunde, daß sie sich nicht doch bis zum Verbrauch der Milch lebensfähig und infektionstüchtig erhalten. Der Genuß von roher Milch zieht also nicht selten Schädigungen an der Gesundheit bei Mensch und Tier nach sich und es sind viele Beispiele sowohl von Einzelerkrankungen wie von Epidemien 15 durch Milchgenuß, freilich nicht immer mit voller Sicherheit, ermittelt.

Für die Auffindung des Herdes der Infektion kommt zunächst die Art der Krankheit in Betracht, welche durch den Milchgenuß hervorgerufen worden ist; durch diese ist bereits ein Fingerzeig gegeben, ob die Erkrankung tierischen oder menschlichen Ursprungs ist. Bei Krank-20 heiten, welchen nur der Mensch ausgesetzt ist, kann dann die Infektion eine direkte oder indirekte sein, insofern als der Krankheitskeim vom erkrankten Menschen aus in Milch gelangt oder erst auf dem Umwege

durch ein anderes Vehikel: bei Milch meist Wasser, das zum Reinigen der Gefäße benutzt wird. Aus praktischen Gründen unterscheidet man also bei der Verbreitung von Krankheiten durch Milch zwischen tierischen und menschlichen Krankheiten.

Die Uebertragbarkeit der **Aphthenseuche (Maul- und Klauenseuche)** auf Menschen durch Vermittlung der Milch steht nach einer nicht geringen Anzahl von sicheren Beobachtungen nunmehr fest. Von älteren Mitteilungen sei die O. Hertwig's (1) erwähnt, welcher an sich selbst einen Versuch vornahm. In neuerer Zeit sind Epidemien beobachtet von J. W. Stickler (1) in Dover, wo 205 Personen, und in Bethersden (England), wo 139 Personen erkrankten, ferner von Schreyer (1), von Krajewski (1), von Walkowski (1) u. a. Begreiflicherweise werden namentlich Säuglinge und Kinder, soweit sie mit ungekochter Milch ernährt werden, am leichtesten von der Krankheit befallen und unterliegen nicht selten derselben, es sind aber auch, obwohl seltener, Erwachsene befallen worden.

Im Verhältnis zu dem recht häufigen und dann meist weite Bezirke umschließenden Auftreten der Aphthenseuche unter dem Rindvieh ist es zu verwundern, daß die Uebertragung auf den Menschen eine wenig beobachtete ist. Walkowski glaubt aber annehmen zu dürfen, daß die Uebertragung eine nicht so seltene ja sogar recht häufige sei, daß sie aber nur nicht genügend beachtet werde. Er hat bei einer Seuche über 20 bei Kindern und Erwachsenen auftretende Fälle von fieberhafter vesikulös-ulceröser eigenartiger Stomatitis beobachtet, welche sicher als die auf den Menschen übertragene Tierseuche aufzufassen war.

Von E. Fröhner (1), Ebstein (1) und H. Thiele (1) sind Ansteckungen durch Butter festgestellt und von Ebstein eine solche durch Käse.

Das beim Menschen durch das Virus der Aphthenseuche entstehende Krankheitsbild ist dem am Rinde ähnlich. Es bilden sich Blasen an der Schleimhaut des Mundes, an Lippen, Nase, Ohren und Händen, und es tritt Fieber, Uebelkeit, Erbrechen usw. auf. An der Milch selbst ist meist nichts zu ersehen, obwohl sie im fortgeschrittenen Stadium der Krankheit am Tiere wesentlich verändert wird. Untersuchungen über das Verhalten des Erregers der Aphthenseuche in Milch und Milchprodukten fehlen, da derselbe bis jetzt noch nicht ermittelt werden konnte.

Actinomykose (s. Bd. III, S. 206) tritt nicht selten im Euter der Kühe auf, und es ist wahrscheinlich, daß der Strahlenpilz in solchem Falle in der Milch enthalten ist. Obwohl bisher Fälle einer Uebertragung nicht bekannt sind, so ist doch die Möglichkeit einer solchen nicht ausgeschlossen.

Die Frage, ob beim **Milzbrand** die Erreger der Krankheit in der Milch enthalten sind oder nicht, ist ebenfalls eine noch nicht völlig entschiedene. Während O. Bollinger (1), Chambrelent und Moussous (1), sowie E. Nocard (1) die Anwesenheit von Milzbrandbazillen in der Milch milzbrandkranker Tiere bezw. die Infektionstüchtigkeit der Milch solcher Tiere haben nachweisen können, ist dies Cauvet (1), Feser (1), C. O. Jensen (1) und Manotzkow (1) nicht gelungen. Die Erklärung für die Verschiedenheit dieser Befunde liegt wohl in den von K. Basch und F. Weleminsky (s. S. 2) erbrachten Nachweis, daß Bakterien aus dem Blute in die Milch nur dann übergehen, wenn in der Milchdrüse Hämorrhagien auftreten. Im Beginne der Krankheit dürften solche

noch nicht vorkommen, wohl aber in bereits fortgeschrittenerem Stadium, in welchem die Milch dann auch anfängt, mit Blut und Eiter untermischt zu sein. In diesem Stadium der Krankheit versiegt aber meist die Milch sehr rasch und bis es zu diesem Stadium kommt, ist die Krankheit schon lange durch andere Symptome erkannt und infolge der Seuchensperre die Milch vom Genuß zurückgehalten. Im Inkubationsstadium, in welchem die Milch noch genossen wird, darf sie als von Krankheitserregern frei angesehen werden. Aus diesem Grunde sind Uebertragungen von Milzbrand durch Milch bisher auch nicht bekannt geworden, obwohl die Entstehung der Krankheit dann als sicher angenommen werden muß, sobald die Milch die Erreger enthält; denn die Milzbrandbazillen vermögen leicht in die Schleimhaut des Verdauungskanals einzudringen. Es liegt dann noch die Gefahr vor, daß eine Infektion der Milch von außen durch die Luft im infizierten Stall, speziell vom Euter her eintreten kann, indem dieses mit blutigen Abgängen in Berührung kommen kann — aber auch in diesem Falle kommen die baldige Erkennung der Krankheit und die strengen Absperrmaßregeln einer Uebertragung zuvor.

Obwohl die Milch ein sehr guter Nährboden für Milzbrandbakterien ist, gehen dieselben nach F. Inghilleri (1) in ungekochter Milch bald zugrunde, indem die beginnende Säuerung schon rasch vernichtend auf die vegetativen Keime einwirkt. Die Sporen sind natürlich sehr widerstandsfähig und machen, obgleich sie in dem sauren Medium nicht auswachsen, die Milch immerhin noch infektionstüchtig.

Erkrankungen durch Milch von Kühen, welche von **Lungenseuche (Peripneumonie)** ergriffen sind, werden von Randou (1), Lécuyer (1 u. 2) und Wiedemann (1) berichtet. In allen Fällen sind die Erkrankten Kinder gewesen und sie sind meist gestorben. Von anderer Seite wird die Richtigkeit dieser Beobachtungen bezweifelt, weil es bisher nicht gelungen ist, durch Impfversuche das Vorhandensein des noch unbekannten Erregers der Lungenseuche im Blute oder in der Milch nachzuweisen. Sollte aber eine Uebertragbarkeit möglich sein, so dürfte sie nur höchst selten vorkommen, da strenge veterinärpolizeiliche Maßnahmen sowie die starke Veränderung, welche die Milch bei dieser Krankheit zeigt, sie nicht leicht zustande kommen lassen werden.

Die Milch von Kühen, welche durch den Biß von tollwütigen Hunden ebenfalls an **Rabies** erkrankt sind, ist nicht immer gefährlich, muß aber doch dafür angesehen werden. Nach E. Nocard (1), Bardach (1) u. a. ist der bisher noch unbekannte Erreger der Tollwut in der Milch der von der Krankheit ergriffenen Tiere und Menschen enthalten, da Impfungen von Tieren mit solcher Milch wieder Rabies hervorgerufen haben. Doch ist der Genuß solcher Milch meist unschädlich gewesen. Dieser wird nur dann schädlich, wenn Verletzungen im Mund oder sonstwo im Verdauungstraktus den Zugang zum Blute ermöglichen.

Entschieden gesundheitsschädlich ist die Milch von Kühen, welche an **Euterentzündungen (Mastitis)** leiden. Es ist hier nicht der Ort, die verschiedenen Formen der Euterentzündung und ihre Erreger zu besprechen, es möge genügen, darauf hinzuweisen, daß die häufigsten Erreger nicht nur der vereinzelt sondern auch der epidemisch auftretenden Euterentzündungen Streptokokken und Staphylokokken, sowie *Coli-* und *Aerogenes-*Bakterien sind. Alle diese Bakterienarten kommen im Darm und natürlich im Kot der Kühe wie überhaupt im Stalle, namentlich auch in dem verjauchten Stallboden häufig vor und wandern

gelegentlich in die Zitzen, wo sie nicht immer (s. S. 3 u. 13) aber doch unter günstigen Bedingungen Mastitis erzeugen. Bei Euterentzündungen sind sie massenweise in der Milch enthalten, schon im Beginne derselben, wenn die Milch noch unverändert ist, und sie stehen im Verdachte auch im menschlichen, speziell im jugendlichen Verdauungssystem Erkrankungen mit eiterigen Geschwüren zu bewirken. Die so häufig und heftig auftretenden, in Kinderspitälern manchmal epidemischen Brechdurchfälle rühren wohl durchweg von Bakterien obengenannter Art her und haben ihren Grund darin, daß unvorsichtigerweise die Milch einer euterkranken Kuh zwischen die andere Milch gegeben worden ist. Einige solcher Fälle sind von Axel Holst (1) mitgeteilt: Personen, welche rohe Milch getrunken hatten, erkrankten nach einigen Stunden an Magen- und Darmkatarrh, die daraufhin angestellten Nachforschungen zeigten, daß die Milch einer mastitiskranken Kuh in der Verdünnung mit anderer Milch die Schuld trug. Aehnliche Fälle sind mehrfach in Christiania und in Stockholm beobachtet worden. Ferner berichtet J. Niven (1) von einer Epidemie von 160 Fällen in 47 Familien, die durch den Genuß von Milch aus einer sehr unsauberen Farm, wo eine Kuh Euterentzündung hatte, hervorgerufen wurde. Ein eigenartiger, in Rotterdam vorgekommener Fall ist der von J. F. Lameris und H. G. van Harrevelt (1) mitgeteilte, wobei in einem Krankenhause infolge Genusses g e k o c h t e r Milch eine Massenerkrankung an Diarrhöe entstanden ist. Es konnte festgestellt werden, daß die Milch mit dem Sekret einiger an Mastitis catarrhalis erkrankten Kühe infiziert war. Da sie nach vorhergegangenem Kochen genossen worden war, so konnten die Erkrankungen nur von den Toxinen hervorgerufen sein, welche die mit dem Sekret der kranken Tiere massenhaft ausgeschiedenen Streptokokken in der Milch gebildet hatten. Edwards und Severn (1) beobachteten ein epidemisches Auftreten von follikulärer Halsentzündung nach dem Genuß von Milch, in welcher (ebenso wie im Halse der Erkrankten) Staphylokokken und Streptokokken enthalten waren und welcher vermutlich die Milch einer euterkranken Kuh beigemischt war.

Auch die Milch von Kühen, die an **Enteritis** leiden, überträgt wohl häufiger, als man es nachweisen kann, diese Krankheit auf den Menschen, namentlich auf Kinder, bei denen sie heftige cholerineartige Erscheinungen bewirkt. Die Uebertragung wird dadurch ermöglicht, daß die mit dem Erreger der Darmerkrankung erfüllten diarrhöischen Entleerungen der Kühe das Euter derselben beschmutzen und beim Melken mit in die Milch gelangen. Husemann (1) berichtet von einer in Christiania aufgetretenen Gastroenteritisepidemie, welche ca. 6000 Personen umfaßte, ebenso Nils Englund (1) von der Erkrankung von 11 Personen, wovon 8 Erwachsene, infolge Genusses ungekochter Milch. E. Klein (1) konnte ebenfalls eine im St. Bartholomäushospital in London entstandene Epidemie von schwerer Diarrhöe auf den Genuß von Milch zurückführen. Es konnte festgestellt werden, daß die verdächtige Milch dieselbe von Klein mit dem Namen *Bacillus enteritidis sporogenes* belegte anaerobe Bakterie (s. d. 7. Kap.) enthielt, die sich in großen Mengen in den Abgängen der Erkrankten vorfanden. Zammit (1) beobachtete eine Erkrankung von 17 Personen in 5 Häusern an Cholera nostras und stellte fest, daß die Ursache am Genuß von Ziegenmilch lag. Diese war in einer Kanne transportiert worden, die man in einem Tank gewaschen hatte. Sowohl im Wasser des Tanks, wie in der die Erkrankungen verursachenden Milch wurde von Zammit die Anwesenheit von *Bac.*

enteritidis sporogenes nachgewiesen. Bekannt ist der im hygienischen Institut in Gießen vorgekommene Fall, wobei zwei Assistenten und ein Diener nach dem Genuß von roher Milch einer nachgewiesenermaßen an hämorrhagischer Enteritis leidenden Kuh sehr heftig erkrankten. 5 Bei den Assistenten glich das Krankheitsbild mehr einem typhoiden Fieber mit Diarrhöe, bei dem Diener einer Art Cholera nostras. Der Direktor des Instituts, G. Gaffky (2), isolierte sowohl aus den Fäces der Kuh, wie aus denen der erkrankten Personen einen coliartigen Bazillus. Nach C. O. Jensen sind aber die die Enteritis verursachenden Bakterien 10 solche der Schweinepestgruppe, welche gewöhnlich ebenfalls zur Coligruppe gerechnet werden. L. Rabinowitsch (1) macht auf das häufige Vorkommen von Streptokokken in der Milch aufmerksam, deren Beziehungen zu schweren Diarrhöen der Kinder besonders von Easter und Booker betont werden. M. Beck (1) fand ferner in 62 Proz. von ihm 15 untersuchter Milchproben Streptokokken, die für Kaninchen und Meerschweinchen pathogen waren, weshalb er sie für die Ursache der so häufigen Säuglingsenteritis hält. In den meisten Fällen sind es aber wohl *Coli*- oder *Aerogenes*-Varietäten, welche Durchfälle bei Kindern und Erwachsenen verursachen. Th. Escherich (1) hat ja als erster auf die 20 Bedeutung eines der häufigsten Milchbewohner, des *Bac. lactis aerogenes*, für die Säuglingsdiarrhöe hingewiesen, und es ist allgemein anerkannt, daß manche Varietäten dieser Kollektivart mit solchen der ihr ganz und gar nahestehenden Art des *Bact. coli* bei Mensch und Tier akute wie auch chronische Darmerkrankungen verursachen können.

25 Außer diesen ausgeprägteren und genauer gekannten werden gewiß auch noch manche andere weniger charakteristische Krankheiten von milchgebenden Tieren durch deren Milch auf den Menschen übertragen, ohne daß infolge der unbestimmten Art der menschlichen Erkrankung der Zusammenhang erkannt wird. So darf man annehmen, daß all- 30 gemein Verdauungsstörungen bei den milchgebenden Tieren oder Pocken sowie Ausschlag an den Zitzen usw. sehr leicht Infektionen der Milch mit Krankheitserregern zur Folge haben, deren Genuß dann nicht ohne nachteilige Wirkung namentlich bei Kindern sein wird. Es sollte daher die Milch jeder Kuh, welche Krankheitserscheinungen irgend welcher 35 Art an sich trägt, überhaupt nur ein abnormales Befinden zeigt, vom Verbrauch als Trinkmilch, speziell vom Verbrauch als Kindermilch, ausgeschlossen werden.

§ 10. Die Verbreitung der Tuberkulose durch Milch.

Die Verbreitung der Tuberkulose durch Milch kann in zweierlei 40 Weise geschehen, einmal indem sie der Träger menschlicher Tuberkelbazillen ist und dann indem sie, von tuberkulösen Tieren stammend, das Virus der tierischen Tuberkulose enthält. Daß der Hauptweg für die Verbreitung der Tuberkulose der von Mensch zu Mensch ist, wird von allen Autoritäten auf diesem Gebiete zugegeben. Die Frage, in- 45 weit hierbei die Milch eine Rolle spielt, ist noch wenig erörtert, doch muß von vornherein angenommen werden, daß, wie durch alles, was mit hochgradig tuberkulösen Menschen in Berührung kommt, so auch durch Milch die Krankheit verbreitet werden kann. Man braucht sich nur zu vergegenwärtigen, daß der Speichel Schwindsüchtiger und namentlich der 50 durch Niesen staubartig zerstreute Rachenschleim zahlreiche Tuberkel-

bazillen enthält, um die Möglichkeit der Infektion der Milch von dieser Seite auf ihrem ganzen Wege von der Gewinnung bis zum Genuß einzusehen.

Anders steht es mit der Frage der Uebertragung der Tuberkulose vom Tier auf den Menschen. Nachdem durch Virchow die tierische Tuberkulose (die Perlsucht bei Kühen) für identisch mit der menschlichen Tuberkulose erklärt worden war, war diese Identität bisher als eine unumstößliche Tatsache angesehen worden; sie ist jedoch wieder in Frage gestellt worden durch die Aufsehen erregenden Ausführungen R. Koch's (1) auf dem Tuberkulosekongreß in London im Jahre 1901, in welchen dieser erste bakteriologische Forscher den Satz aufstellte, daß die menschliche und die Rindertuberkulose voneinander verschieden seien. Durch Versuche in Gemeinschaft mit Schütz sei es gelungen nachzuweisen, daß Rinder, Schweine, Esel, Schafe und Ziegen nach Infektion mit menschlichen Tuberkelbazillen nicht erkranken, und er sei der festen Ueberzeugung, daß auch umgekehrt der tierische Tuberkelbazillus im Menschen keine Tuberkulose zu erregen imstande sei. Einen Beleg für diesen Ausspruch, gewissermaßen einen Versuch im großen, sieht Koch in dem Umstand, daß täglich von fast allen Menschen mit Milch und Butter große Mengen virulenter Perlsuchtbazillen genossen werden und trotzdem primäre Darmtuberkulose, die bei Identität der beiden Krankheiten doch überall die Folge sein müßte, verhältnismäßig sehr selten ist.

Gegen den Ausspruch Koch's, daß die tierischen Tuberkelbazillen im Menschen Tuberkulose nicht erzeugen könnten, sind sowohl auf dem Tuberkulosekongreß in London selbst schon, wie auch später zahlreiche Einwendungen erhoben worden, neuerdings vor allem durch E. v. Behring (1), welcher direkt den Satz ausspricht, die Säuglingsmilch ist die Hauptquelle für die Schwindsuchtsentstehung. Die mit Rindertuberkelbazillen beladene Milch mag für den erwachsenen Menschen ungefährlich sein — obwohl der fortgesetzte Genuß tuberkelbazillenhaltiger Milch doch auch zur Erkrankung an Tuberkulose führen dürfte — für den Säugling bildet sie den Ausgangspunkt für die später hervortretende Tuberkulose. Wie für genuine Eiweißkörper und für Gifte, so sei der Säuglingsdarm infolge des Mangels einer zusammenhängenden Epitheldecke auf den Schleimhäuten auch für Bakterien direkt durchgängig, so daß die Tuberkelbazillen der Milch intestinale Infektion verursachen müssen. Aber auch bei Kindern, welche dem Säuglingsalter entwachsen sind, hält von Behring eine Infektion durch den Genuß tuberkelbazillenhaltiger Milch und Butter für möglich, indem — worauf früher schon auch von anderen hingewiesen worden ist — die Erkrankung bei den Halsdrüsen beginnt.

Was die Differenzierung zwischen dem menschlichen und dem Rindertuberkelbazillus anbelangt, so hat schon Theobald Smith (1) auf morphologische, kulturelle und pathogenetische Unterschiede zwischen beiden Varietäten hingewiesen. Der Rindertuberkelbazillus zeigt fast immer auffallend kurze Formen, während der menschliche (Sputum-)Bazillus länglich ist, oder bei längerem Wachstum länger wird. Ersterer zeigt ferner auf den Nährböden ein viel energischeres Wachstum und wird darin durch Modifikationen des Nährbodens nicht beeinflußt wie letzterer. Der Rindertuberkelbazillus ist sehr viel virulenter als der Menschentuberkelbazillus und bringt im Gegensatz zu letzterem Kaninchen in verhältnismäßig kurzer Zeit den Tod. Ebenso erklärt sich Smith eine Reihe klinisch- und pathologisch-anatomischer Verschiedenheiten im Krank-

heitsbild der Tuberkulose aus der Verschiedenheit der Rinder- und Menschentuberkelbazillen, weshalb er beide als Varietäten unterschieden wissen will.

Die Entscheidung über die hochwichtige Streitfrage der Identität der menschlichen und tierischen speziell der Rindertuberkulose kann ruhig abgewartet werden. Zum Zwecke eines eingehenderen Studiums der für und wider sprechenden Beweise sei auf ein zusammenfassendes Referat von A. von Szekely (1) hingewiesen, an dessen Schluß der Verfasser sagt, daß die Frage der Identität von menschlicher und Rindertuberkulose auf Grund des bisher vorhandenen Materials zwar noch nicht als gelöst angesehen werden könne, daß aber die Behauptung, die Rindertuberkulose bedeute für den Menschen keine Gefahr, heute nicht mehr aufrecht erhalten werden dürfe. Jedenfalls wird man gut tun, inzwischen mit der Möglichkeit der Entstehung menschlicher Tuberkulose durch den Genuß tuberkelbazillenhaltiger Kuhmilch zu rechnen und demgemäß zu handeln. Aber auch wenn die menschliche und die tierische Tuberkulose nicht identisch wären, würde die Frage der Verbreitung der Tuberkulose durch Milch und Milchprodukte von großer Bedeutung sein, da die Uebertragung der Krankheit vom Rind aufs Rind sowie vom Rind aufs Schwein und andere Haustiere unumstößliche Tatsache ist. Die rasche Zunahme milchwirtschaftlicher Sammelbetriebe und die Verbindung von Schweinemästereien mit diesen haben in augenfälligster Weise gezeigt, daß die Ausbreitung der Tuberkulose mit der Verfütterung von Milch und von Milchabfällen in innigstem Zusammenhange steht, denn die Zunahme der Tuberkulose unter dem Rindvieh und namentlich unter den Schweinen in dem letzten Jahrzehnt darf unbedenklich mit der Zunahme der milchwirtschaftlichen Sammelbetriebe in direkte Beziehung gebracht werden. Am Berliner Schlachthof z. B. betrug die Zahl der tuberkulösen Schweine im Jahre 1883/4 0,5 Proz., im Jahre 1898/9 dagegen 3,92 Proz. mit entsprechendem Anwachsen in der Zwischenzeit. Für die Zunahme der Rindertuberkulose möge aus den vielen Beispielen nur das eine vom Leipziger Schlachthofe herausgegriffen sein, wo bei gleicher Art und Genauigkeit der Prüfung von den geschlachteten Rindern tuberkulös befunden worden sind

im Jahre 1888 11,1 Proz.
„ „ 1889 14,9 „
„ „ 1890 22,3 „
„ „ 1897 26,7 „

Die Schlachthofstatistik, bei welcher nur die offensichtlich tuberkulösen Tiere angegeben sind, gibt aber noch kein richtiges Bild von dem Umfang der Tuberkulose unter dem Rindvieh; ein solches ist erst gewonnen worden durch die Prüfungen mit Tuberkulin. W. Kühnau (1) berechnet, daß nach der Schlachthofstatistik rund 20 Proz. aller Rinder (mit Ausschluß der Kälber) tuberkulös sind. Die unter dem Vorgange B. Bang's in verschiedenen Ländern vorgenommenen Tuberkulinprüfungen haben aber das erschreckende Ergebnis gehabt, daß die Zahl der tuberkulösen Rinder sehr viel größer ist. So stellte Bang für ganz Dänemark etwa 50 Proz. fest, in einzelnen Viehbeständen sogar 70—80 Proz. Die in Deutschland und anderen Ländern vorgenommenen Ermittlungen haben kaum geringere Zahlen ergeben. Für die Kühe allein liegen die Zahlen noch etwas ungünstiger, da namentlich ältere (schon über 4 Jahre alte) Kühe in größerer Zahl tuberkulös befunden werden.

Diese hohen Zahlen für die Ausbreitung der Tuberkulose unter dem

Vieh, speziell unter den Kühen läßt — die Uebertragbarkeit vorausgesetzt — die Gefahr, welche durch den Milchgenuß droht, in grellem Lichte erscheinen. Es ist in dieser Beziehung aber noch die Frage zu entscheiden, *ob die Milch aller für tuberkulös befundener Kühe auch wirklich immer Tuberkelbazillen enthält.*

Eine ganze Reihe von Untersuchungen des Zeitraumes von 1880 bis 1890 über diese Frage, angestellt von Autoren wie O. Bollinger, F. May, E. Nocard, K. Hirschberger, B. Bang (1—3) und anderen hatten zu einem sicheren Ergebnis nicht geführt, doch hatte man schon die Beobachtung gemacht, daß es hauptsächlich die eutertuberkulösen und hochgradig tuberkulösen Kühe sind, deren Milch Tuberkelbazillen enthält, während das bei den weniger stark befallenen Tieren kaum oder doch nur selten der Fall ist. Diese Beobachtung fanden jedoch Lydia Rabinowitsch und W. Kempner (1) nicht bestätigt, als sie an 15 Kühen, welche nachweislich der Tuberkulinreaktion an Tuberkulose erkrankt sein mußten, äußerlich Anzeichen dieser Krankheit aber nicht erkennen ließen, Untersuchungen anstellten. Sie fanden in der Milch von 10 dieser Kühe mit Hilfe der von Obermüller angegebenen Methode der Anreicherung der Tuberkelbazillen mittelst Ausschleuderung (siehe S. 28) virulente Tuberkelbazillen und zwar auch bei 3 Kühen mit ganz geringfügiger Erkrankung und bei 2 Kühen, an welchen Tuberkulose klinisch auch innerlich nicht nachgewiesen werden konnte, bei denen also die Tuberkulose gewissermaßen latent war. Danach würde Milch also bald bei beginnender, ohne nachweisbare Erkrankung des Euters, sowie bei latenter, nur durch die Tuberkulinreaktion angezeigter Tuberkulose die Krankheitserreger enthalten können. Fast gleichzeitig aber hat R. Ostertag (1) Versuchsresultate mitgeteilt, welche in entgegengesetztem Sinne gedeutet werden mußten und die bisher überwiegend geteilte Anschauung bestätigten. Die Milch von 49 auf Tuberkulin reagierenden Kühen erwies sich sowohl bei der Impfung des nach Obermüller hergestellten Rahmbodensatz-Gemenges an Meerschweinchen als auch bei Fütterungsversuchen mit der Milch als frei von Tuberkelbazillen, und bei der 4 Wochen lang fortgesetzten Prüfung des Gesamtgemelkes von 50 sich in gleicher Weise verhaltenden Kühen war ebenfalls ein negatives Resultat erzielt worden. Ostertag konnte also die Milch lediglich auf Tuberkulin reagierender, klinische Erscheinungen nicht zeigender Kühe als unschädlich bezeichnen. Weitere Versuche von Müller (1) an 9 und von Ascher (1) an 7 Kühen mit dem gleichen Stadium der Tuberkulose bestätigten dann die Beobachtungen Ostertag's und als ausschlaggebend zugunsten dieser konnten schließlich die von Ostertag (2) noch weiter im Auftrage des preußischen Landwirtschaftsministers ausgeführten Versuche angesehen werden. Bei diesen nach einem von der technischen Deputation des Veterinärwesens gutgeheißenen Plane an 16 Kühen durchgeführten Untersuchungen sind alle diejenigen Momente, welche vermutlich die bis dahin erzielten widersprechenden Resultate verursacht hatten, in Berücksichtigung gezogen worden. Das Ergebnis war, wie bereits gesagt, das gleiche wie bei den früheren Ostertag'schen Untersuchungen: die nur auf Tuberkulin reagierenden, klinisch erkennbare Tuberkulose nicht zeigenden Kühe lieferten tuberkelbazillenfreie Milch. Mit Einschluß der Müller'schen und Ascher'schen Untersuchungen lagen somit von 83 Kühen mit dem erwähnten Stadium der Tuberkulose nur negative Resultate vor.

Inzwischen haben aber die Ergebnisse von Rabinowitsch und

Kempner durch solche von Adami und Martini (1) Bestätigung gefunden, und L. Rabinowitsch (1) konnte ferner darauf hinweisen, daß bei fortgesetzten Untersuchungen Berliner Kindermilch sich nur die Milch derjenigen Viehbestände als frei von Tuberkelbazillen erwies, welche an 5 der Hand fortlaufender Tuberkulinproben von kranken Tieren frei geworden waren, während andere Viehbestände, welche klinisch nachweisbar tuberkulöse Kühe ebenfalls nicht enthielten, bei denen aber die Tuberkulinimpfung und die Ausscheidung der reagierenden Tiere unterlassen war, mit Tuberkelbazillen behaftete Milch lieferten.

10 Andrerseits fand L. Rabinowitsch (2) wieder, daß die Milch von Kühen, bei denen Eutertuberkulose klinisch nachweisbar ist, nicht immer Tuberkelbazillen zu enthalten braucht. Danach wäre der klinische Befund für die Beurteilung der Milch einer Kuh, ob tuberkelbazillenhaltig oder nicht, ohne alle Bedeutung, und es würde nur die direkte Untersuchung 15 der Milch auf Tuberkelbazillen maßgebend sein und diese auch nur wieder für die Zeit, in welcher die Untersuchung vorgenommen worden ist. Jedenfalls muß nach L. Rabinowitsch jede auf Tuberkulin reagierende Kuh als verdächtig angesehen werden, zurzeit oder später Tuberkelbazillen in der Milch abzuscheiden.

20 Weitere von Mac Weeney (1) und von Steenström (1) ausgeführte Untersuchungen haben zwar wiederum die Resultate Ostertag's bestätigt, auf der anderen Seite aber scheinen die neueren Arbeiten mehr und mehr Beweismaterial zu erbringen, das geeignet ist, die Frage, ob die Milch von Kühen mit latenter oder geringfügiger Tuberkulose eben- 25 falls, wenn auch vielleicht nur vereinzelt, Tuberkelbazillen enthalten kann, im positiven Sinne zu entscheiden. So fanden Gehrmann und Evans (1) unter 38 Kühen, welche bei der späteren Sektion tuberkulös, aber nicht eutertuberkulös befunden wurden, 6 und bei späteren Untersuchungen unter 41 ebensolchen Kühen 10 Tiere, deren Milch Tuberkelbazillen ent- 30 hielt. Unter diesen 10 befanden sich 2 Kühe, welche eine nur ganz geringfügige Erkrankung zeigten, und eine Kuh, an der bei der Sektion keine Spur tuberkulöser Organveränderung nachgewiesen werden konnte. Ganz das gleiche wie Gehrmann und Evans an der letzten Kuh konnte Ravenel (1) an 5 Kühen beobachten. Ferner hat J. R. Mohler (1) im 35 Auftrage des Landwirtschafts-Departements für die Vereinigten Staaten umfangreiche Versuche angestellt, welche ebenfalls positive Resultate in der vorliegenden Frage zeitigten. Von 56 auf Tuberkulin reagierenden, klinische Symptome der Krankheit nicht zeigenden Kühen erwies sich die Milch von 13 (= 23 Proz.) als infektiös. Von diesen 13 Kühen zeigten 40 2 gegen Ende und 5 nach Abschluß des Versuches klinische Erscheinungen, an den übrigen 6 konnten solche in keiner Weise konstatiert werden. Durch die Milch von 9 von den 56 Kühen (= 16 Proz.) war bei der 2–3 Monate hindurch fortgesetzten Fütterung an Meerschweinchen Fütterungstuberkulose entstanden, ein Beweis dafür, daß Milch von 45 lediglich auf Tuberkulin reagierenden Kühen auch für den Ernährungstraktus infektiös wird. Mohler glaubt, daß die Milch aller auf Tuberkulin reagierenden Kühe zeitweilig Tuberkelbazillen enthält. Das Vorkommen ist kein konstantes, sondern variiert von Tag zu Tag. Ferner glaubt er, daß bei solchen Tieren das Euter jederzeit befallen werden kann.

50 Nach all diesen neueren Forschungsergebnissen — eine vollständige Zusammenstellung der einschlägigen Literatur gibt Lydia Rabinowitsch (2) — scheint es wohl ausgeschlossen zu sein, daß die Behauptung noch aufrecht erhalten werden kann, die Milch nicht eutertuberkulöser und

nicht mit klinischen Anzeichen der Tuberkulose behafteter Kühe enthalte keine Tuberkelbazillen und sei nicht infektionsverdächtig. Wohl aber bleibt die Behauptung unberührt, daß es in der Hauptsache die eutertuberkulösen und hochgradig tuberkulösen Kühe sind, welche für die Verbreitung der Tuberkulose unter dem Vieh und vielleicht auch unter den Menschen die eigentliche Gefahr bieten.

Die Bestrebungen für die Tuberkulosetilgung unter dem Rindvieh durch Beseitigung der kranken Tiere erstrecken sich deshalb auch zunächst auf Tiere, welche sich in diesem Stadium befinden, und es dürfte, wenn die Ausmerzung solcher Tiere allgemein durchgeführt sein wird, schon ein erheblicher Fortschritt in der Tilgung der Krankheit unter Mensch und Vieh erreicht sein. Es kann auch nicht eingewendet werden, daß der Landwirtschaft durch eine solche Ausmerzung von kranken, an sich dem Verenden nicht mehr sehr fernen Tieren ein unermeßlicher Schaden erwüchse, denn die Zahl der in dem genannten Stadium befindlichen Kühe beträgt nach den Schätzungen Sachverständiger etwa 0,5 bis höchstens 1 Proz.

Aus der bisherigen Betrachtung ergibt sich bereits ein ungefährer Maßstab für die Gefahr, welche bei der nicht geringen Verbreitung der Tuberkulose unter den Kühen durch den Genuß von Milch droht. Ein solcher ist auch auf anderem Wege zu ermitteln versucht worden und zwar indem man die in den Städten zum Verbrauch dargebotene Milch und Butter einer Prüfung auf Tuberkelbazillen unterworfen hat.

§ 11. Nachweisung von Tuberkelbazillen in Milch und Milchprodukten. Die Häufigkeit ihres Vorkommens und ihre Lebensdauer darin.

Der Nachweis der Tuberkelbazillen sowohl in Milch wie in Butter kann teils mikroskopisch, teils durch den Tierversuch und hier entweder durch subkutane oder intraperitoneale Impfung oder durch Fütterungsversuche geschehen.

Was den **mikroskopischen Nachweis** anbelangt, so kann hier nicht der Ort sein, die verschiedenen Färbungsmethoden für den Nachweis in der Milch zu besprechen, es sei vielmehr nur auf diejenige Färbungsmethode Rücksicht genommen, welche schließlich zu einer Differenzierung des Tuberkelbazillus gegenüber verwandten Bakterienarten geführt hat. Der erstere hat nämlich die Eigenschaft, den einmal angenommenen Farbstoff schwer wieder abzugeben, selbst bei einer kurzen Behandlung mit Säure: er ist „säurefest“ und kann deshalb neben anderen Bakterien, welche diese Eigenschaft nicht besitzen, schon durch eine Färbung, welcher eine Entfärbung mit Säure folgt, nachgewiesen werden. Dieselbe Eigenschaft besitzen jedoch, wie sich bei dem Fahnden nach dem Tuberkelbazillus gezeigt hat, auch andere Bakterien („Säurefeste“), wodurch der Nachweis durch das Färbepräparat etwas unsicher geworden ist, obwohl das Aussehen des gefärbten Tuberkelbazillus immerhin noch ein recht charakteristisches ist gegenüber den anderen „Säurefesten“. Zu den letzteren gehören der Leprabazillus, der später zu nennende Petri-Rabinowitsch'sche Butterbazillus, die Moëller'schen Grasbakterien und viele andere, zu denen sich immer noch neue hinzufinden.

Während der mikroskopische Nachweis mehr als Vorprobe dient, geschieht der definitive sichere **Nachweis durch die Impfung.** Diese

wird an Kaninchen oder an Meerschweinchen vorgenommen. Letzteres hat sich als das für Impftuberkulose empfänglichere Tier erwiesen, während es zugleich gegen natürliche Infektion nahezu unempfänglich ist. Andrerseits hat die Verwendung von Meerschweinchen statt Kaninchen den Nachteil, daß erstere auch durch tuberkelbazillenähnliche Bakterien erkranken, während diese für Kaninchen und weiße Mäuse nicht pathogen sind. Von den Impfungsmethoden hat die intraperitoneale den Vorzug, daß nicht so leicht eine Infektion von außen her stattfinden kann. Zur Impfung wurde früher die Milch selbst und von der Butter der beim Schmelzen (bei etwa 40° C) erhaltene Bodensatz verwendet. Seitdem K. Obermüller (1 u. 2) eine Anreicherungsmethode durch Ausschleudern der Milch angegeben hat, wird diese allgemein angewendet. Durch Scheurlen (1) ist nämlich gezeigt worden, daß beim Zentrifugieren von Milch die Bakterien, darunter auch die Tuberkelbazillen, sich im Bodensatz und in der Rahmschicht ansammeln. Auf diese Beobachtung gründete Obermüller sein Anreicherungsverfahren für Tuberkelbazillen, indem er die Milch in starkwandigen (2—3 mm), etwa 10 ccm fassenden Röhrchen mit Hilfe besonderer für diesen Zweck konstruierter Zentrifugen (Handzentrifugen mit 2800 und elektrische Zentrifugen mit 4000 Umdrehungen in der Minute) schleudert. Aus der Rahmschicht und dem Bodensatz wird durch Verreiben in steriler Reibschale das sogenannte Rahmbodensatzgemenge hergestellt, von welchem man dem Tiere 1—3 ccm in die Bauchhöhle oder subkutan mittelst sterilisierter Pravaz'scher Spritze einführt. Die Untersuchung des geimpften Tieres erfolgt nach 4—6 Wochen. In neuerer Zeit ist mehrfach, so von L. Rabinowitsch, Mohler, Aujeszky, sowie von Herr und Beninde, nur der Bodensatz der Milch für die Impfung benutzt worden, weil man die Erfahrung gemacht hat, daß dieser reicher an Tuberkelbazillen ist als der Rahm.

Bei der **Prüfung der Butter auf Tuberkelbazillen** wird dieselbe nach jedesmaligem Anwärmen auf 40° C dreimal hintereinander ausgeschleudert und dann zur Erstarrung des Fettes und Abnahme des Fettpfropfens in Eis gestellt. Der milchig aussehende Bodensatz wird nach kräftigem Durchmischen und nach Verbringung auf Körpertemperatur zum Impfen verwendet. Schon Obermüller weist darauf hin, wie vorteilhaft, ja notwendig es ist, daß der Bodensatz aus der Butter fettfrei sei, und die Untersuchungen von F. Herr und M. Beninde (1) bestätigen in vollem Maße, wie sehr durch diese Vorsicht die histologische Diagnose erleichtert wird. Nach R. J. Petri (1) verursachen auch andere säurefeste, tuberkelbazillenähnliche Bakterien mit Butter zusammen ein Krankheitsbild bei den geimpften Tieren, das von dem echter Tuberkulose manchmal gar nicht zu unterscheiden ist. Solchen Täuschungen kann man nach Petri entgehen, wenn man die tuberkuloseartig erkrankten Organe zu wiederholter Impfung an Meerschweinchen benutzt, wo sie dann meist keine weiteren pathologischen Veränderungen hervorrufen. Doch scheint auch dieses Merkmal kein absolut sicheres zu sein, wenigstens nicht bei Benutzung von Meerschweinchen. Geeigneter sind Kaninchen befunden worden, und Herr und Beninde haben mit Rücksicht darauf, daß kleine Mengen des zu prüfenden Materials genügen müssen, die Impfung von Aufschwemmungen desselben in die vordere Augenkammer von Kaninchen als den besten Weg zur Entscheidung der Frage, ob Tuberkelbazillen vorliegen oder nur diesen ähnliche „Säurefeste“ in Anwendung gebracht.

Die **Häufigkeit des Vorkommens von Tuberkelbazillen** in Milch

und Milchprodukten steht naturgemäß mit der Häufigkeit des Vorkommens von Tuberkulose unter dem Rindvieh in engem Zusammenhange. Wenngleich die Zahl derjenigen Kühe, bei denen die Ausscheidung von Tuberkelbazillen in der Milch sicher ist, also der hochgradig und der eutertuberkulösen Kühe, eine nicht sehr große ist, so ist es doch leicht möglich, daß große Mengen von Milch mit Tuberkelbazillen infiziert sind, insofern als die Milch e i n e r eutertuberkulösen Kuh so viel Tuberkelbazillen enthalten kann, daß die Milch mehrerer hundert gesunder Kühe in genügendem Grade infiziert wird. Da nun bei großen Beständen oder bei einer größeren Anzahl kleinerer Bestände leichter 10 eine schwer tuberkulöse Kuh sich vorfindet als bei einzelnen kleinen Beständen, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß die Milch auf einem größeren Gute oder noch mehr die Milch von Sammelmolkereien Tuberkelbazillen enthält, eine ziemlich große. Da ferner, wie schon erwähnt, die Tuberkelbazillen beim Zentrifugieren in erheblicher Menge in den Rahm 15 übergehen, so ist es keineswegs etwas Verwunderliches, wenn man in der Butter vielfach Tuberkelbazillen vorfindet.

Um einen Anhalt über die Häufigkeit des Vorkommens von Tuberkelbazillen in der Marktmilch und der Marktbutter zu haben, sind in mehreren Städten Untersuchungen angestellt worden, deren Ergebnisse 20 auf S. 30 und 31 tabellarisch zusammengestellt sind.

Wenn man die von den letztaufgeführten Autoren untersuchte Anzahl von Proben insgesamt auf etwa nur 56 veranschlagt, so würden nunmehr etwa 600 Proben Marktmilch auf Tuberkelbazillen untersucht sein und davon 7,5 Proz. mit positivem Resultat. 25

Unter Einbeziehung der von Baumgarten und Rabinowitsch (4) nicht angegebenen aber auf mindestens 73 einzuschätzenden Anzahl von Proben sind rund 800 Butterproben an verschiedenen Orten und aus wenigstens 633 Entnahmestellen auf Tuberkelbazillen geprüft und davon etwa 21,5 Proz. als mit diesen Krankheitskeimen behaftet befunden 30 worden.

Da **Margarine** unter Zuhilfenahme von Milch, teilweise auch Rahm, meist aber von Magermilch, hergestellt wird, so liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß sie frei von Tuberkelbazillen sei; in der Tat hat sie sich bei diesbezüglichen Untersuchungen als mit ihnen behaftet er- 35 wiesen. So hat Morgenroth (1) in 8 von 20 Berliner Margarineproben Tuberkelbazillen nachgewiesen, während H. E. Annett (1) an den dort entnommenen Proben keine Tuberkelbazillen nachweisen konnte; dagegen ist dies bei 1 von 13 in Liverpool gekauften Proben der Fall gewesen. Von Abenhausen (1) sind in Marburg 7 und von Markl (1) 40 in Wien 3 Proben untersucht und tuberkelbazillenfrei befunden worden. Es ist kein Zweifel, daß der Befund von Tuberkelbazillen in der Margarine von dem Gehalt an solchen in der dazu verwendeten Milch abhängen muß, da die Margarinefabrikation, falls nicht besondere Maßregeln getroffen sind, zur Entfernung von solchen und anderen Keimen 45 ebensowenig Gelegenheit gibt als die Butterfabrikation. Es ist im Gegenteil nach einer Richtung hin die Gefahr noch eine etwas vermehrte, insofern als zu den geringeren Margarinesorten nachgewiesenermaßen vielfach sanitär nicht gerade einwandfreies Fett verwendet wird. Die im Fett von tuberkelkranken Rindern nicht selten eingeschlossenen 50 Lymphdrüsen enthalten leicht Tuberkelbazillen, die bei der Ausschmelzung infolge der dabei angewandten nicht hohen Temperatur am Leben bleiben. So hat denn auch L. Rabinowitsch (5) in der „Sana“-Margarine, einem

Befund von Tuberkelbazillen in der Marktmilch.

Autor	Jahr der Mitteilung	Ort der Probenahme	Anzahl der Entnahmestellen	Anzahl der untersuchten Proben	Davon enthielten Tuberkelbazillen	in Proz.
MONTEFUSCO (1)	1893	Neapel	—	59	0	0
OBERMÜLLER (1—3)	1895	Berlin	1	13	8	65
CAPPELETTI (1)	1896	Padua	—	27	0	0
GINO DE ROSSI (1)	1897	Pisa	—	27	0	0
PETRI (1)	1898	Berlin	von den verschiedensten Stellen	64	9	14
JÄGER (1)	1899	Königsberg i. Pr.	1 Gut	6	2	33,3
ASCHER (1)	1899	„	„	1	1	(100)
KANTHACK und SIDNEY-SLADEN (1)	1899	—	16	16	9	56,25
BECK (1)	1900	Berlin	von den verschiedensten Stellen	56	17	30,3
MACFADYEN (1)	1900	—	—	77	17	22
MARCONE (1)	1900	Neapel	—	26	6	24
BUJWID (1)	1901	Krakau	verschiedene Detailgesch. und größere Molkereien.	60	2	3,3
NONEWITSCH (1)	1901	Wilna	verschiedene Milchhandl.	22	12	54,5
PAWLOWSKY (1)	1901	Kiew	—	51	1	2
TONZIG (1)	1902	Padua	—	27	0	0
				544	84	15,5 Proz. im Mittel

Dazu kommen folgende ungenauere Angaben:

Autor	Jahr	Ort				in Proz.
FIORENTINI und PARIETTI (1)	—	Pavia				0
FRIIS (1)	1893	Kopenhagen				14,0
ERNST und PETERS (1)	1895	Boston				3,0
SACHARBEKOFF (1)	1896	St. Petersburg				5,6
MASSONE (1)	1897	Genua				9,0
BRAZZOLA (1)	1898	Bologna				0
RONDELLI (1)	1898	Turin				2,0
PIAZZA (1)	1899	Buenos-Ayres				20,0
SANTORI (1)	1900	Rom				6,0

Produkt, das, weil nicht mit Kuhmilch sondern mit süßer Mandelmilch hergestellt, von den in der Milch eventuell vorhandenen Krankheitskeimen frei sein sollte, ebenfalls mehrfach Tuberkelbazillen nachweisen können.

Ebensowenig wird man ferner erwarten, daß **Käse,** namentlich solche Sorten, deren Reifungsprozeß verhältnismäßig schnell verläuft, welche also ziemlich bald nach ihrer Herstellung genossen werden, frei seien von Tuberkelbazillen. So haben HORMANN und MORGENROTH (1) sowie auch LYDIA RABINOWITSCH (5) in frischem und auch in altem Quarkkäse, F. C. HARRISON (1) in Rahmkäsen Tuberkelbazillen nachgewiesen. Bei Käsen, welche eine längere Zeit zur Reifung in Anspruch nehmen, wird

Befund von Tuberkelbazillen in Marktbutter.

Autor	Jahr der Mitteilung	Ort der Probenahme	Anzahl der Entnahmestellen	Anzahl der untersuchten Proben	Davon enthielten Tuberkelbazillen	in Proz.
Brusaferro (1)	1890	Turin	—	9	1	11,1
Roth (1)	1894	Zürich	20	20	2	10,0
Schuchardt (1)	1896	Marburg	42	42	0	0
Baumgarten (1)	1896	Tübingen	—	—	—	0
Obermüller (2)	1897	Berlin	1	14	14	100
Gröning (1)	1897	Hamburg	17 verschiedene Handlungen und größere Meiereien.	17	8	47
Rabinowitsch (3)	1897	Berlin	30 verschiedene Verkaufsstellen	30	0	0
Dieselbe		Philadelphia	50 do.	50	0	0
Hormann und Morgenroth (1)	1898	Berlin	2	10	5	50
Petri (1)	1898	Berlin	86	86	33	38,4
		München	16	16	0	0
Korn (1)	1899	Freiburg	17	17	4	23,5
Ascher (1)	1899	Königsberg i. Pr.	22	27	2	7,4
Rabinowitsch (4)	1899	Berlin	14	15	2	13,3
	1899	„	Handlung a	—	—	87,5
Dieselbe	1899	„	„ a	—	—	100,0
		„	„ b	—	—	0
Weissenfels (1)	1899	„	32	32	3	9,3
Hellström (1)	1900	Helsingfors	12	12	1	8,3
Coggi (1)	1900	Mailand	100	100	2	2
Herbert (1)	1900	Württemberg	126	126	0	0
Tobler (1)	1901	Zürich	11	12	2	16,7
Abenhausen (1)	1901	Marburg	—	39	0	0
Pawlowsky (1)	1901	Kiew	—	23	1	4,3
Herr und Beninde (1)	1901	Breslau	45	45	5	11,1
Aujeszky (1)	1902	Budapest	17	17	3	17,6
			633	727		21,5 im Mittel

die Lebensfähigkeit dieser Keime kaum bis zum Ende der Reifezeit und der Zeit des Verbrauches ausreichen.

Die über die **Lebensdauer der Tuberkelbazillen** in Milch und Milchprodukten vorliegenden Beobachtungen lassen zwar im allgemeinen erkennen, daß der Tuberkelbazillus auch nach dieser Richtung etwas widerstandsfähiger ist als die anderen in Frage kommenden Krankheitskeime und daß er deshalb wohl etwas länger in Milch und Molkereiprodukten, jedenfalls aber (mit Ausnahme der langreifenden Hartkäse) noch zur Zeit des Verbrauches lebensfähig gefunden werden kann. Die genaueren Angaben über die Dauer der Lebensfähigkeit der Tuberkelbazillen stimmen wenig überein. Nach Galtier (1) enthielt Käse aus Milch, die mit tuberkulösen Organstücken geimpft worden war, nach $2^1/_2$ Monaten noch lebensfähige, für Meerschweinchen und Kaninchen virulente Tuberkelbazillen. L. Heim (1) fand die Tuberkelbazillen, wenn er sie in großer Menge in Milch verpflanzte, noch nach 10 Tagen

virulent, in Butter (Aufschwemmung in Olivenöl und Vermischung mit einer verhältnismäßig kleinen Menge Butter) bis zu 30 Tagen und in Käse (aus einer sehr stark geimpften Milch bereitet) bis zu 14 Tagen. GASPERINI (1) will noch nach 120 Tagen virulente Bazillen in Butter 5 gefunden haben, dagegen kann sie H. LASER (1) in gesalzener Butter nach 6 Tagen wohl noch virulent aber bereits in verminderter Zahl, nach 12 Tagen aber nicht mehr nachweisen. Den bisherigen Befunden ganz widersprechende Resultate erhielt CH. F. DAWSON (1), nach welchem erst nach 3 Monaten eine Abschwächung des Erregers erfolgt, und der 10 sogar mit 8 Wochen alter Butter ein Meerschweinchen tuberkulös machen konnte. Auch A. PETTERSSON (1) fand die Tuberkelbazillen in gesalzener und aus saurem Rahm hergestellter Butter noch nach 4 Wochen, wenn er große Mengen von Tuberkelbazillen der Butter einverleibte, sie waren aber schon nach 10 Tagen nicht mehr nachweisbar, wenn geringere, im 15 Vergleich zu dem Maße, wie sie in Marktbutter im günstigsten Fall vorkommen können, noch sehr ansehnliche Mengen von Tuberkelbazillen in die Butter gemischt wurden. F. C. HARRISON (1), der ebenfalls Milch mit Tuberkelbazillenkulturen impfte und daraus Emmentalerkäse machte, fand sie nach 33 Tagen in verminderter Lebensfähigkeit und nach 20 40 Tagen abgestorben vor; in Cheddarkäse sterben sie zwischen dem 62. und 70. Tage ab. In solchen Hartkäsen, deren Verbrauch erst nach 2 Monaten erfolgt, darf man also auf ein Abgestorbensein der Tuberkelbazillen rechnen.

Man wird auch in allen anderen Milchprodukten, falls nicht bei 25 ihrer Herstellung höhere Temperaturen angewendet werden, Tuberkelbazillen finden. L. RABINOWITSCH (1) wies solche z. B. in Kefir und in dem Eiweißpräparat Plasmon nach.

Wenn nun auch Tuberkelbazillen in der Milch und in den Molkereiprodukten nicht selten aufgefunden werden, so kommt bei ihrer Infektiosität 30 noch in Frage, in wie großer Menge sie in den genannten Produkten enthalten sind. Bei den Prüfungen derselben auf Tuberkelbazillen bedient man sich, wie erwähnt, eines Anreicherungsverfahrens, weil es ja nur darauf ankommt, zu erfahren, ob die Krankheitserreger vorhanden sind oder nicht; auf ihre Menge wird keine Rücksicht genommen. 35 Begreiflicherweise entsteht Fütterungstuberkulose schwieriger als Impftuberkulose, namentlich bei schon älteren Tieren (vgl. VON BEHRING), und so können Milch, Butter oder Käse, welche nach der Prüfung als tuberkelbazillenhaltig befunden worden sind, bei der Aufnahme als Nahrung unschädlich sein, namentlich dann, wenn die Zahl der Tuberkelbazillen 40 eine geringe ist.

Schon BOLLINGER (1) hat gezeigt, daß menschliches Tuberkulosesputum noch bei einer Verdünnung von 1 : 100000 Impftuberkulose erzeugen könne, während auf dem Wege der Verfütterung die Erzeugung der Krankheit nur bei der bedeutend schwächeren Verdünnung von 45 1 : 8 gelinge. Ferner hat R. OSTERTAG (1) durch seine oben mehrfach citierten Untersuchungen gefunden, daß die Gefahr der Uebertragung der Tuberkulose durch Fütterung eine 2 Millionen mal geringere ist als durch Impfung, und ein ähnliches Resultat erzielte KNUTH (1), der eine $1^1/_2$ Millionen mal geringere Infektiosität von Milch durch Fütterung 50 als durch Impfung konstatierte. Freilich zeigen die beiden letzteren Angaben zugleich auch, welche große Gefahr mit dem Genuß von Milch einer eutertuberkulösen Kuh verbunden ist: die damit gefütterten Tiere erkrankten schon beim einmaligen Genuß von 15—20 g solcher Milch.

§ 12. Die Milch als Verbreitungsmittel menschlicher Krankheiten (Typhus, Cholera, Scharlach, Diphtherie etc.).

Die Verbreitung menschlicher Krankheiten durch Milch erfolgt, wie schon eingangs des Kapitels erwähnt ist, gewöhnlich indirekt, indem der Milch die Krankheitserreger durch andere Verbreitungswege, ge- 5 wöhnlich durch Wasser, zugeführt werden. Nicht selten gelangen diese aber auch direkt von Kranken aus in die Milch.

Die am häufigsten durch Milch verbreitete menschliche Krankheit ist der **Typhus**. Ueber die Verbreitung von Typhus durch Milch und die Hervorrufung kleiner und größerer Epidemien durch den Genuß 10 von Milch aus einzelnen Wirtschaften und namentlich aus Sammelbetrieben ist vielfach berichtet. Um aus der reichen Literatur darüber nur zusammenfassende Berichte zu geben, sei erwähnt, daß E. Hart (1) im Jahre 1881 51 durch Milch verursachte Typhusepidemien und im Jahre 1897 48 weitere solche aufführt. R. G. Freeman (1) berichtet von 15 53 Typhusepidemien durch Milch, die von 1880—1895 beobachtet worden sind, während S. C. Busey und G. M. Kober (1) von 134 solchen erzählen und G. de Rossi (1) 50 weitere bis 1897 vorgekommene bis dahin nicht berichtete Epidemien erwähnt. E. Almquist (1) beschreibt 5 in den Jahren 1883—1889 in Schweden, Ricken (1) 5 von 1898—1899 im Kreise Malmedy, 20 Carö (1) 90 von 1878—1896 in Dänemark vorgekommene Typhusepidemien durch Milchgenuß, und im 32. Jahresbericht des State Board of Health of Massachusset wird über 4 solche Bericht erstattet. Aber, wenn man auch nicht berechtigt ist, zu bestreiten, daß in den mitgeteilten Fällen die Milch tatsächlich immer der Ueberträger der Krankheit 25 gewesen ist, so sind doch diejenigen Fälle, in welchen dies mit voller Sicherheit festgestellt ist, nicht so überaus häufig, wie es nach den Berichten erscheinen möchte. Schüder (1), der 638 Beschreibungen von Typhusepidemien des In- und Auslandes aus den Jahren 1870—1899 eingehend geprüft hat, hat ermittelt, daß Wasser am häufigsten, bei 30 70,8 Proz. der Gesamtzahl der Epidemien und Milch nur bei 17 Proz. die Ursache war. Diese Zahl verringert sich noch auf 12,5 Proz., wenn man diejenigen Epidemien ausscheidet, bei denen die Spülung der Kannen und Gefäße, in denen die Milch transportiert worden war, mit verseuchtem Wasser festgestellt ist. Immerhin läßt sich nicht leugnen, daß 35 Typhus diejenige Infektionskrankheit ist, welche mit Ausnahme der Tuberkulose am häufigsten durch Milch verbreitet wird, und es sind namentlich auch neuerdings einige Epidemien von recht großem Umfang mit Sicherheit auf Milchgenuß zurückgeführt.

Bei dem ziemlich häufigen Auftreten des Typhus ist es ja durch- 40 aus nicht zu verwundern, daß Milch ebenfalls zu den Verbreitern desselben gehört. Namentlich durch Personen, welche durch die Behandlung von Typhuskranken mit diesen in Berührung kommen, ist die Uebertragung eine sehr leicht mögliche. Wenn man in Betracht zieht, daß die Fäces und der Urin von Typhuskranken und Rekonvaleszenten 45 große Mengen von Typhusbakterien enthalten, dann ist es in Anbetracht des leider meist bestehenden Mangels an Reinlichkeit und Vorsicht bei der Milchgewinnung wie beim Milchvertrieb leicht verständlich, daß direkte Uebertragungen von Typhuskeimen in Milch nicht selten sind. Tatsächlich haben diese Umstände bei den meisten durch Milch ver- 50 ursachten Epidemien auch die Hauptrolle gespielt. Manchmal sind es

Typhuskranke selbst, welche die Infektion bewirken, indem sie im Inkubationsstadium noch das Melken oder den Milchverkauf besorgen.

Eine ebenfalls recht häufige Art der Infektion der Milch scheint die durch infiziertes Wasser zu sein. Nach der erwähnten Zusammen-5 fassung der Typhusepidemien nach ihren Ausgangspunkten, welche wir SCHÜDER verdanken, ist die Tatsache, daß der Typhus sozusagen eine Wasserkrankheit ist, von neuem bestätigt worden. Bei dem ausgiebigen Gebrauch, welcher beim Reinigen von Kannen, Gefäßen und sonstigen Gerätschaften in der Milchwirtschaft von Wasser gemacht wird, ist 10 dann eine Infektion der Milch durch dasselbe nur zu leicht möglich. Ein häufiger Fall ist der, daß die Wäsche eines Typhuskranken in der Nähe des Brunnens gewaschen wird und die Waschwässer infolge mangelhafter Dichtung des Brunnens, sei es unter oder sogar über dem Erdboden, in das Brunnenwasser gelangen, welches zum Reinigen der Milch-15 gefäße benutzt wird.

Die Möglichkeit der Infektion der Milch durch typhusartige Erkrankungen am Milchvieh ist schon mehrfach in Betracht gezogen worden, doch ist bis jetzt nichts Sicheres darüber ermittelt, ob durch Typhusbakterien Krankheitserscheinungen am Rindvieh ausgelöst 20 werden.

Der Umfang, der durch die Milch verbreiteten Epidemie muß natürlicherweise mit der Größe des milchwirtschaftlichen Betriebes zunehmen. Es ist eine betrübende Erfahrung, daß mit den großen Vorteilen, welche Zentralversorgungen aller Art gewähren, auch Nachteile 25 verbunden sind, welche gegenüber den Nachteilen der Einzelversorgung sehr viel einschneidender und folgenschwerer sind. Wie schon hie und da durch Wasserleitungen Typhusepidemien sehr großen Umfanges verursacht worden sind, so ist es leider auch nichts Seltenes, daß die Sammelmolkereien je nach ihrem Bereich zu größeren oder kleineren 30 Typhusepidemien Veranlassung geben und zwar nach zwei Seiten hin, einmal nach der Seite der Milchkonsumenten, also meist der städtischen Bevölkerung hin und dann nach der Seite der ländlichen Bevölkerung hin durch die Rückgabe von Magermilch und Buttermilch an die Wirtschaft der Milchlieferanten, beziehungsweise der Genossen, wenn der Sammel-35 betrieb eine Genossenschaftsmeierei ist. Auf diese Weise ist es schon recht häufig vorgekommen, daß die Nachlässigkeit oder Unvorsichtigkeit eines einzelnen Menschen hundert und mehr Mitmenschen auf das Krankenlager gebracht hat.

Es würde zu weit führen, wollte man auf die oft interessante Art 40 und Weise der Entstehung und des Verlaufes der genauer beobachteten Epidemien eingehen, es möge genügen einige typische Fälle anzuführen.

Die Beziehung zwischen Stadt und Land illustriert in ganz anschaulicher Weise die von J. J. REINCKE (1) beschriebene, nicht sehr große Typhusepidemie in Hamburg im Sommer 1895. Die von einem 45 Milchhändler S. verkaufte Milch hatte 22 Typhusfälle verursacht. Von der einen seiner Bezugsquellen auf dem Lande war auch an einen anderen Milchhändler Milch abgegeben worden, dessen Kunden in 10 Fällen ebenfalls von Typhus befallen wurden, und außerdem wurden noch einige Erkrankungen konstatiert, die ebenfalls auf den Genuß 50 von Milch aus den beiden Geschäften zurückzuführen waren. Die Milch eines Milchproduzenten hatte also im Kundenkreise zweier Milchgeschäfte Typhus erzeugt. Im Hause des Milchproduzenten konnte eine Infektionsgelegenheit nicht nachgewiesen werden, es ergab sich nur,

daß von den Ziegeleiarbeitern auf dem gleichen Gewese drei an Typhus erkrankt waren. Da ihre Erkrankung aber erst mehrere Tage nach den Erkrankungen in Hamburg auftrat, so konnte die Infektion nicht direkt von ihnen ausgehen, wenngleich ein gewisser Zusammenhang wahrscheinlich ist.

Eine typische und in ihrem Verlauf genau verfolgte Typhusepidemie ist die von Behla (1) beschriebene Epidemie von Kirchhain-Dobrilugk. Der Gutsbesitzer auf dem dicht bei Kirchhain gelegenen Vorwerke Winkelgut war infolge Genusses von Grabenwasser bei großer Hitze erkrankt, wie die Diagnose später ergab, an Unterleibstyphus. Das Dienstmädchen, welches bei der Pflege half, hatte zugleich das Melkgeschäft zu besorgen. Das Badewasser des Kranken wurde der Bequemlichkeit halber zum Fenster herausgegossen, wo es in einen sechs Schritt hinter dem Hause gelegenen Teich rinnen konnte. Das Wasser dieses Teiches wurde zum Nachspülen der gereinigten Kannen benutzt. Von diesem Vorwerke wurden in der Zeit, in welcher die Epidemie ausbrach, Juni 1901, täglich 60 l Milch an die Genossenschaftsmeierei Dobrilugk geliefert. Dieselbe ist mit allen Hilfsmitteln der Neuzeit ausgerüstet, auch mit einem Pasteurisierapparat, der aber offenbar nicht benutzt wurde. Die Meierei gab die bei der Butterei gewonnene Magermilch teils an die Milchlieferanten zurück, teils verkaufte sie sie, sowie auch Vollmilch, nach der Stadt Kirchhain. Diese Stadt, ferner die nicht weit abgelegene Stadt Dobrilugk und die umliegenden Ortschaften sind der Schauplatz der Epidemie gewesen, welcher 47 Personen in 32 Familien mit einer Mortalität von 20 Proz. anheimfielen. Die Ersterkrankten, 31 an der Zahl, waren offenbar die durch den Genuß von Milch direkt Infizierten, bei ihnen trat die Krankheit in leichterem Grade auf, die indirekt, durch den Verkehr Angesteckten bekamen sie in heftigerem Grade. Da die Epidemie der Hauptsache nach durch den Genuß von Magermilch entstanden ist, so ist sie auch nur in denjenigen Ortschaften aufgetreten, in denen Magermilch genossen wurde, dagegen nicht in den Ortschaften, wo sie an das Vieh verabreicht wurde. Die Epidemie hat auch sofort aufgehört, als man die Milch in der Meierei pasteurisieren und die Milchkannen mit heißem Sodawasser ausbrühen und dann ausdämpfen ließ.

In dem vorbeschriebenen Falle ist eine neu und gut eingerichtete Molkerei die Quelle einer Epidemie geworden, weil die Pasteurisiereinrichtung nicht benutzt worden ist. Diese, ursprünglich für die Erhitzung der Milch in Seuchenfällen bestimmt, werden vielfach außer Betrieb genommen, sobald Seuchen nicht vorhanden sind, teilweise aus Sparsamkeit, teilweise weil die pasteurisierte Magermilch vom Publikum nicht gerne genossen wird und deshalb für die Meierei unverkäuflich ist. Aus gleichem Grunde wird die Pasteurisierung vielfach nicht bei solchen Temperaturen vorgenommen, welche eine Abtötung der Krankheitskeime garantieren, in dem Glauben, daß die Erhitzung doch wirksam sei, die Entstehung des gefürchteten Kochgeschmackes aber vermieden werde. Daß aber eine solch unvollkommene Pasteurisierung ohne Nutzen ist und trotz der Erhitzung der Milch Krankheiten durch diese in weitem Umfange verbreitet werden können, dafür liegt ein trauriger Beleg in der von Hünermann (1) näher beschriebenen Typhusepidemie vor, die auf dem Militärübungsplatz Elsenborn vor einigen Jahren entstanden ist. Dabei war in vier Truppenteilen, zwei Feldartillerie- und zwei Infanterieregimentern, der Typhus mit 182 Fällen ausgebrochen, durchschnittlich 14—18 Tage nachdem die Truppen den

gemeinsam bezogenen Uebungsplatz verlassen hatten. Die nähere Untersuchung ergab bei 145 der ersten zugegangenen 152 Erkrankten, daß sie 1—2 Tage vor dem Abmarsch aus dem Lager Milch getrunken hatten, und da alle anderen Infektionswege ausgeschlossen waren und zu derselben Zeit in denjenigen Orten, von welchen Milch nach der Molkerei Nidrum (Kreis Malmedy) und von dieser nach ihnen zurückgeliefert wird, ebenfalls 24 Typhusfälle vorgekommen waren, so war der Zusammenhang gegeben und die genannte Molkerei mit Bestimmtheit als der Ausgangspunkt der Epidemie erkannt. Diese verkaufte nämlich im Lager täglich ca. 800 l Milch, welche in einem 75 l fassenden Gefäß, einem sogenannten Vorwärmer, während des langsamen Durchfließens auf 85—90° C erhitzt, also nahezu regelrecht pasteurisiert worden sein soll. Bei den an Ort und Stelle vorgenommenen Ermittelungen aber stellte sich heraus, daß die Temperatur nicht mit dem Thermometer gemessen, sondern mit der Hand beurteilt worden war, also kaum die angegebene Mindesthöhe erreicht haben dürfte. Die Milch war also ungenügend erhitzt und vermutlich auch zu kurze Zeit erhitzt, d. h. sie wird ziemlich rasch durch den für den Zweck der Pasteurisierung sonst nicht geeigneten Vorwärmer geschickt worden sein. Ueber die Verschleppung des Typhus nach der Meierei ist hier nichts bekannt geworden.

In den beiden zuletzt beschriebenen Epidemien hat neben der Vollmilch auch die Magermilch die Verbreitung der Krankheit mitverschuldet und es sind noch mehr Fälle bekannt, wo gerade durch die Magermilch Typhus verschleppt worden ist. Es ist das bemerkenswert, weil neuere Untersuchungen von Bassenge (1) und von C. Bruck (1) gezeigt haben, daß bei der Entrahmung der Milch durch die Zentrifuge die Typhusbazillen fast alle in den Rahm übergehen und in geringer Zahl in der Magermilch verbleiben. Dieser Widerspruch löst sich, wenn man die Vermehrungsfähigkeit des Typhusbazillus im Auge behält. Dieselbe besteht vor allem, solange die Milch süß ist, und wird durch eine Temperatur, die sich ziemlich der Körperwärme nähert, begünstigt. Sie bleibt auch noch bestehen, wenn die Milch anfängt säuerlich zu werden, allerdings beginnen damit die Lebensbedingungen für die Typhusbazillen schon ungünstiger zu werden.

Die Versuche von Bassenge über die **Lebensdauer von Typhusbazillen in Milch** lehren, daß ein Säuregrad von 0,4 Proz. Milchsäure die Bazillen innerhalb 24 Stunden abtötet, es enthält also eine mit Typhuskeimen infizierte Milch auch dann die Krankheitskeime noch lebend, wenn sie durch Sauerwerden bereits nicht mehr genußfähig geworden ist. Auch von älteren Autoren, wie Seitz (1), Hesse (1), Loeffler (1) und Kitasato (1), ist festgestellt worden, daß die Typhusbazillen in der Milch sich wenigstens so lange lebensfähig erhalten, als sie noch nicht stark sauer geworden ist; erst mit der Säuerung beginnt ihre Lebenskraft zu schwinden, um so rascher je stärker der Säuregrad wird. In einer neueren Arbeit hat E. Pfuhl (1) in frischer Milch eine Lebensdauer des Typhusbazillus von 11—13 Tagen festgestellt. Bei den Untersuchungen ist aber eine 24-stündige Agarkultur, also eine große Menge von Typhuskeimen, in einem halben Liter Milch verteilt worden, und da immer einige Keime widerstandsfähiger sind als andere, so ist die Möglichkeit der Auffindung von überlebenden Keimen bei einer stärkeren Infektion länger gegeben, als wenn weniger Keime der Milch zugesetzt sind. Die Lebensdauer von 11—13 Tagen dürfte also das äußerste Maß für den Aufenthalt in Milch sein. Es genügen aber schon 24 Stunden, um die Milch

infektionstüchtig zu machen, denn in dieser Zeit ist rohe Milch nur genußfähig. In neuester Zeit hat C. BRUCK (1) noch wieder Versuche über das Verhalten des Typhusbazillus in Milch ausgeführt und in einigen Versuchen eine Ausdauer desselben in Magermilch, Sahne und süßer Buttermilch bis zum 10. Tage nachgewiesen. Es sind dabei freilich ebenfalls wieder die Bakterien von der Agarkultur mit der Platinöse abgenommen und wie es scheint (im Original ist nichts anderes angegeben) direkt in die Milch gegeben. Dieses Verfahren entspricht, wie BRUCK selbst zugibt, keineswegs natürlichen Verhältnissen, kann also für die Lebensdauer des Typhusbazillus in Milch etc. nicht völlig maßgebend sein; leider hat BRUCK in seinen sogleich zu erwähnenden weiteren Versuchen keinen besonderen Wert darauf gelegt, auch die Lebensdauer des Infektionserregers in der in natürlicherer Weise infizierten Milch genauer festzustellen. Doch läßt sich auch aus den Angaben BRUCK's entnehmen, daß mit beginnender Säuerung eine starke Abnahme des Typhusbazillus eintritt.

In sterilisierter oder pasteurisierter und nach der Abkühlung beim Abfüllen in Flaschen etwa infizierter Milch würde der Typhusbazillus begreiflicherweise sehr lange lebensfähig bleiben, da ja Milch bekanntlich an sich ein sehr guter Nährboden für Bakterien ist und Säure, welche in roher Milch die Abtötung bald bewirkt, durch die der Erhitzung entgangenen Keime in den wenigsten Fällen in solchem Grade gebildet wird, daß sie den Typhusbazillen schädlich werden kann.

Ebenso wie rohe Milch wird sich auch Molken verhalten.

In Rahm, der von infizierter Milch stammt, sind die Typhusbazillen, wie die Versuche von BASSENGE (1) sowie von C. BRUCK (1) ergeben haben, in großer Menge enthalten, er ist deshalb noch infektionsgefährlicher als die Milch selbst, und ebenso wird man erwarten müssen, daß die aus solchem Rahm bereitete **Butter** ebenfalls sehr gefahrbringend sein wird. Bei Sauerrahmbutter wenigstens trifft dies aber kaum zu, da hier das die Typhusbazillen in ihrer Lebensfähigkeit und Virulenz stark schädigende Moment, die Säuerung, in ausgiebigem Maße vorhanden ist. Der Säuerungsgrad des Rahmes ist im allgemeinen nach etwa 8-stündiger Reifung (s. 18. Kap.) schon ziemlich hoch und erreicht die Höhe von 0,4 Proz. Milchsäure leicht; nach Erreichung des vollen Reifungs- oder Säuerungsgrades bleibt der Rahm nach allgemeinem Brauch über Nacht, also noch weitere 6—8 Stunden, zur völligen Ausreifung stehen und wird demnach in der Zeit, in der er verbuttert werden soll, die Typhusbazillen in bereits ziemlich abgeschwächtem Zustand enthalten. Nach der Butterung wird die den Typhusbazillus enthaltende, in die Butter eingeschlossene Buttermilch teilweise durch Kneten entfernt, teilweise verbleibt sie noch weitere 12, meist sogar 24 Stunden in derselben. Da sie dabei den Säuerungsgrad sicher nicht verändert und zugleich noch Salz in ziemlicher Konzentration enthält, so darf man wohl annehmen, daß die gesalzene Sauerrahmbutter, wenn sie sich im Handel befindet, die von der Milch herstammenden Typhusbazillen nur mehr in totem Zustande enthalten kann. Die Schlußfolgerung BASSENGE's und anderer, daß auch die genußfertige Butter aus infizierter Milch die Typhusbakterien noch lange lebensfähig enthalten müsse, dürfte also auf Sauerrahmbutter im allgemeinen wohl nicht zutreffen. Noch weniger wird schon ältere, etwas ranzig gewordene Sauerrahmbutter die von der Milch herstammenden Typhusbazillen in lebensfähigem Zustande noch enthalten können, da auch Buttersäure und Ameisensäure etc. diese Krankheitskeime bald abtöten.

Anders liegt die Sache freilich bei der Süßrahmbutter, welche zur Zeit ihrer Fertigstellung eine nur ganz schwach säuerliche Buttermilch einschließt. Interessante Versuche von C. Bruck bestätigen eine längere Lebensdauer der Typhusbakterien in solcher Butter. Bruck impfte die 5 Milch teils nach der bisher angewendeten unkritischen Methode, indem er Agarkulturen direkt in Milch gab, teils infizierte er Wasser mit dem Krankheitserreger und spülte damit die Gefäße aus, in denen Entrahmung und Butterung vorgenommen wurden. Diese Infektion des Wassers geschah in einem Falle auch durch Auswaschen eines mit 10 Typhusstuhl beschmutzten Leinwandstückes, um auf diese Weise einen Infektionsweg nachzuahmen, der nur allzu häufig ist. Die Lebensdauer des Typhusbazillus in der Butter betrug bis zu 27 Tagen, ja es schien, als ob in den ersten Tagen nach der Herstellung eine Vermehrung der Krankheitskeime eingetreten wäre, bis die Säuerung in der Butter zu-15 nahm und die Typhusbazillen anfingen, abzusterben. Bei dem Versuch, bei welchem die Infektion von einem mit Typhusstuhl beschmutzten Leinwandstück ausging, fanden sich in der Butter ebenfalls Typhusbazillen vor, allerdings nur wenige, weil der Typhusstuhl selbst nicht besonders reich an Typhusbazillen war.

20 Es soll aber nicht bestritten werden, daß nicht auch bei Sauerrahmbutter Fälle möglich sind, wo genußfertige Butter noch virulente Typhusbazillen enthalten kann. Es kommt nicht ganz selten vor, daß der Reifungsprozeß nicht den normalen Verlauf nimmt, daß vielmehr *Coli-* und *Aerogenes*-Bakterien, sowie sogen. peptoni-25 sierende Bakterien die Milchsäurebakterien überwuchern und die Bildung größerer Mengen von Milchsäure verhindern, während die vorhandene Milchsäure durch meist gleichzeitig vorhandene, Säure verzehrende Pilze, wie z. B. durch *Oidium lactis*, verringert wird. So kommt eine Rahmreifung ohne genügende Säuerung zustande und die Virulenz der dieselbe mit durch-30 machenden Typhusbakterien mag wenig beeinträchtigt werden.

Um eine derartige Rahmreifung handelte es sich womöglich bei den Versuchen von H. L. Bolley und M. Field (1). Sie haben 200 ccm süßen Rahm mit 8 ccm einer 24 stündigen Typhus-Bouillonkultur geimpft und denselben bei Zimmertemperatur 24 Stunden „reifen" lassen. Der Rahm hat 35 die Typhusbazillen 4 Monate und die Buttermilch hat sie 3 Monate lang in lebensfähigem Zustande enthalten, die Butter dagegen nur 10 Tage.

Ueber die Lebensdauer des Typhusbazillus in Butter bei eventueller nachträglicher Infektion sind ebenfalls Versuche angestellt worden, deren Resultate je nach den dabei angewandten Maßnahmen recht 40 verschieden sind. L. Heim (1) hat bei Einverleibung großer Mengen von in Olivenöl aufgeschwemmten Typhusbazillen in Butter eine Lebensfähigkeit der Krankheitskeime von 3 Wochen konstatieren können, während Laser (1), der die Versuche Heim's nachprüfte, eine solche von nur ca. 7 Tagen feststellen konnte. Abgesehen davon, daß die 45 Versuche Laser's vorsichtiger ausgeführt sind, dürfte sich der Unterschied in den beiden Befunden auch dadurch erklären lassen, daß Laser am Orte seiner Versuchsanstellung (Königsberg i. Pr.) Sauerrahmbutter, Heim dagegen (Berlin) wahrscheinlich Süßrahmbutter oder wenigstens nicht so stark gesäuerte Butter zur Verfügung hatte, wie sie im Norden 50 Deutschlands üblich ist. Rowland (1) fand die in Butter einverleibten Typhusbazillen schon nach einigen Tagen nicht mehr, E. Pfuhl (1), der die Bakterien einer 24-stündigen Agarkultur in ein 45 Gramm wiegendes Stückchen Butter mischte, fand sie dagegen noch nach 24 Tagen.

Buttermilch, deren Säuregehalt, wenn sie von Sauerrahmbutter stammt, im allgemeinen ja ziemlich hoch ist und 0,4 Proz. leicht erreicht, würde entsprechend den Versuchsergebnissen BASSENGE's nachträglich einverleibte Typhusbazillen etwa 24 Stunden lang in lebensfähigem Zustande enthalten. E. FRÄNKEL und KISTER (1) haben solche noch nach 5 48 Stunden finden können. Buttermilch aus süßem Rahm kann mit Bezug auf ihr Verhalten zum Typhusbazillus der rohen Milch gleich gerechnet werden und scheint ihn nach den Versuchen von H. L. BOLLEY und MERTON FIELD (1) auch lange lebensfähig enthalten zu können. In der sogen. Dickmilch oder Setzmilch ist der Typhusbazillus nach R. BEHLA (1) 10 nach 24 Stunden nicht mehr lebensfähig.

In betreff Käse liegen ebenfalls einige Untersuchungen vor, so von L. HEIM (1), der in stark saurem Quarkkäse den Typhusbazillus schon am nächsten Tage nicht mehr nachweisen konnte, von HESSE (1), der ihn in sogen. Kuhkäse bei einer 4 Wochen nach der Impfung vorgenommenen 15 Prüfung nicht mehr fand, und von SIDNEY ROWLAND (1), der ihn ebenfalls nach einigen wenigen Tagen im Käse nicht mehr auffinden konnte. E. PFUHL (1), der ein 35 Gramm wiegendes Stückchen Gervaiskäse mit den Bakterien einer 24-stündigen Agarkultur vermischte, fand diese noch nach 24 Tagen. 20

In Milch, Rahm, Molke, Süßrahmbutter und wahrscheinlich auch in Rahmkäsen, wie der Gervais, überhaupt in Käsen, welche keine oder nur eine ganz kurze Reifung durchmachen, werden demnach Typhusbazillen, die auf irgend welchem Wege hineingeraten sind, zur Zeit, in der diese Nahrungsmittel genossen werden, noch lebensfähig und virulent 25 sein; bei Sauerrahmbutter und bei Buttermilch, die von solcher stammt, werden die ursprünglich in die Milch eingedrungenen Typhusbakterien im allgemeinen wohl kaum mehr vorhanden sein. Diese Produkte sind aber in solchem Falle immerhin infektionsverdächtig, sie sind es vor allem dann, wenn die Krankheitserreger nachträglich hineinge- 30 raten sind. Käse, welche nicht bald nach ihrer Herstellung genossen werden, namentlich aber solche, welche eine längere Reifung durchmachen, können als infektionsunverdächtig angesehen werden.

Der Nachweis der Anwesenheit von Typhusbazillen in Milch und ihren Produkten, d. h. ein direkter Nachweis durch Isolierung des Krank- 35 heitserregers und einwandfreie Identitätsfeststellung, ist bisher kaum gelungen (nach SIEVEKING [1] in einem Falle). Dieser Umstand ist mehrfach als Gegenbeweis gegen die allgemeine Ansicht, daß Milch ein häufiger Infektionsweg für Typhus sei, ins Feld geführt worden. Aber: so sicher die Entstehung von Typhusepidemien in vielen Fällen auf 40 Wasser zurückgeführt werden konnte, in so wenigen Fällen (nach R. PFEIFFER [1] in vier) ist es gelungen, den Typhusbazillus in den betreffenden Wässern direkt einwandfrei nachzuweisen.

Abgesehen von den methodischen Schwierigkeiten, bietet sich hier vor allem auch die, dem Krankheitserreger zur Zeit der Nachforschung 45 überhaupt noch zu begegnen. In den meisten Fällen ist es dazu schon zu spät und man muß sich mit der Ermittlung der Beziehungen zwischen Typhusfall und Milchgenuß (Indizienbeweis) begnügen. Neuerdings ist eine brauchbare Methode der Auffindung und Isolierung des Typhusbazillus neben anderen ähnlich wachsenden Bakterien von v. DRIGALSKI 50 und H. CONRADI (1) gefunden worden, mit Hilfe deren man schon nach einigen Tagen über das Vorhandensein von Typhusbakterien in Milch

orientiert sein kann. Die auf dem Prinzip der elektiven Nährböden beruhende Methode muß im Original nachgesehen werden.

Fälle von Uebertragung von **Cholera** durch Milch sind nach der vorliegenden Literatur bis jetzt nur wenige bekannt. So berichtet 5 SIMPSON (1) über einen Fall in Kalkutta, wo 18 Personen an Cholera erkrankten, welche Milch getrunken hatten, die von einem Eingeborenen feil gehalten wurde. In einem anderen, am gleichen Ort vorgekommenen Fall scheint die Milch ebenfalls der Ueberträger gewesen zu sein. Ebenso berichtet GAFFKY (1), daß Milch die Ursache einer Choleraepidemie geworden 10 sei. Trotz dieser wenigen Vorkommnisse von Choleraübertragung durch Milch hält man diese sowie ihre Produkte in Cholerazeiten für verdächtig, und gelegentlich der großen Choleraepidemie in Hamburg im Jahre 1892 ist vor dem Genuß von Milch und Milchprodukten, selbst vor dem Genuß von Käse, gewarnt worden.

15 Ueber das **Verhalten von Cholerabakterien in Milch** und Milchprodukten ist von den verschiedenen Forschern folgendes ermittelt. L. HEIM (1) hat, wie bei seinen Versuchen mit anderen Infektionserregern, die Bakterienmasse von Agarkulturen genommen, sie in Milch verrieben und diese Mischung zu der zu prüfenden Milch gesetzt. Er fand je 20 nach den Mengen von Cholerakeimen eine Lebensdauer von 1—6 Tagen, wobei im letzteren Falle die Milch inzwischen sauer geworden war. KITASATO (1) zieht aus seinen Versuchen den Schluß, daß die Cholerabakterien erst dann zugrunde gehen, wenn die Milch sauer wird. Nach DOUGLAS CUNNINGHAM (1) ist die rohe Milch durchaus kein 25 günstiges Medium für Cholerabakterien. Sie sind selbst dann, wenn sie in großer Menge in sie eingeführt werden, schon nach etwa 10 Stunden in solchem Grade vermindert, daß sie kaum mehr nachzuweisen sind; jedenfalls aber waren sie nach 24 Stunden, nachdem Gerinnung in der Milch eingetreten war, nicht mehr vorhanden. In ge-30 kochter Milch hielten sie sich sehr lange lebensfähig. Nach UFFELMANN (1) bleiben die Cholerabazillen in roher Milch 1—2 Tage virulent, selbst wenn diese inzwischen sauer geworden ist. WEIGMANN und ZIRN (1) haben bei der Infektion frischer, wenige Stunden alter Milch ein rasches Abnehmen der Cholerabakterien in den ersten 4 Stunden nach der 35 Impfung wahrgenommen und eine Lebensfähigkeit bis zu höchstens 20 Stunden festgestellt. Die Impfung erfolgte dabei von einer Cholerareinkultur in Milch aus. FR. BASENAU (1) impfte wieder mit der von einer Agarkultur genommenen Bakterienmasse und erzielte so in ganz frischer, sehr keimarmer Milch eine Lebensdauer von 38 und in älterer, sehr viel 40 keimreicherer Milch (1/2 Million Keime im ccm) eine solche von 32 Stunden. J. SCHRANK (1) endlich findet wie KITASATO, daß die Cholerabakterien erst durch die Säuerung der Milch zugrunde gehen. Nach diesen verschiedenen Versuchsergebnissen darf die rohe Milch als ein wenig günstiges Medium für Cholerabakterien angesehen werden, denn dieselben sterben 45 mehr oder minder rasch darin ab. Ihre Lebensdauer in derselben scheint ganz wie bei anderen Krankheitserregern, von der Art der Infektion und von der Menge der Keime, welche eingeführt werden, abzuhängen. Die Säuerung der Milch wirkt stark schädigend auf die Cholerakeime ein. Gefährlicher als die von zahlreichen Saprophyten bevölkerte, der 50 Säuerung bald anheimfallende rohe Milch scheint gefrorene Milch zu sein, denn wie alle Keime, so widerstehen auch die Krankheitskeime dem Gefrieren. Nach Versuchen von W. BREHME (1) widerstehen Cholerakeime einem Gefrieren auf — 16° C 57 Tage lang. Ein 4-maliges Wechseln

zwischen — 15 und + 15° C hatte die Bakterien nach 32 Stunden noch nicht ganz getötet; der Temperaturwechsel bewirkt aber immerhin ein schnelleres Absterben der Keime.

Ueber das **Verhalten der Cholerabakterien in Butter** liegen Versuche von Heim (1), Laser (1) und Rowland (1) vor. Ersterer fand in 3 Fällen schon nach einem Tag keine Cholerabakterien mehr in der Butter vor, wenn er Aufschwemmungen von solchen in Leitungswasser bezw. Milch der Butter einverleibte. In 2 anderen Versuchen, bei denen er die Aufschwemmung in Oel vornahm, fand er in einem Falle eine Lebensdauer von 49 Tagen, im anderen von nur 1 Tag; die Ursache des großen Unterschiedes konnte nicht aufgeklärt werden. H. Laser (1) reinigte die zur Impfung benutzte und von Agarkultur genommene Bakterienmasse erst von anhängenden Agarpartikelchen, indem er sie in physiologischer Kochsalzlösung aufschwemmte und die Aufschwemmung durch sterilisiertes Filtrierpapier filtrierte. Er fand in der damit infizierten Butter eine Lebensfähigkeit der Cholerakeime von kaum 5 Tagen. Dasselbe Resultat erzielte er beim Impfen der Butter mit einer Aufschwemmung der Cholerabazillen in Oel. Rowland (1) konstatierte beim Impfen von Butter mit einer Aufschwemmung von Cholerakeimen in Milch, daß solche schon nach wenigen Tagen nicht mehr lebensfähig waren.

Die **Lebensfähigkeit** der **Cholerakeime** in **Käse** ist von allen Autoren übereinstimmend als eine nur sehr kurz dauernde befunden worden. Heim (1) konstatierte eine solche von wenig über 24 Stunden. Hesse (1), der die Prüfung darauf erst nach Verlauf von einem Monat vornahm, fand sie nicht mehr vor. Weigmann und Zirn (1), die aus einer größeren, mit einer Milchkultur von Cholerabakterien versetzten Menge Milch Käse machten, fanden die Krankheitserreger schon nach 9 Stunden nicht mehr, selbst bei Anwendung des von Schottelius (1) angegebenen Anreicherungsverfahrens. Rowland fand die Cholerakeime im Käse ebenfalls nach wenigen Tagen nicht mehr, ebenso J. Schrank (1).

Die **Verbreitung anderer menschlicher Krankheiten** durch Milch ist nach den bisherigen Erfahrungen eine bedeutend weniger häufige, doch ist sie hier und da konstatiert. So sind z. B. mehrere Fälle bekannt geworden, wo Diphtherie selbst bis zur Entstehung von Epidemien durch Milch verbreitet worden ist. Als sicher festgestellt gelten vor allem zwei Fälle im Schleswigschen (Stenderup und Flensburg), welche durch Deneke (1) ermittelt sind. Auch von Scharlachepidemien, welche durch Milch entstanden sein sollen, ist in neuerer Zeit von England und Amerika her berichtet (die von J. Klein gemeldete Epidemie in London kann als gültiges Beispiel nicht mehr gerechnet werden). Immerhin dürfte bei diesen Krankheiten und noch mehr bei Masern, Röteln, Blattern, Pest etc. die direkte Ansteckung von Mensch zu Mensch die fast allein vorkommende Art der Uebertragung sein. Ueber das Verhalten der Erreger dieser Krankheiten in Milch ist mit Ausnahme des Diphtheriebazillus nichts bekannt. Von letzterem sagt M. Schottelius (1), daß er sich in roher Milch rasch und gut vermehre, dagegen weniger gut in sterilisierter Milch, während Montefusco (2) ermittelt hat, daß er in roher Milch schon nach 24 Stunden seine Virulenz verliert und nach 3 Tagen nicht mehr vorhanden ist, in sterilisierter Milch dagegen gut gedeiht. In Butter hat der Diphtheriebazillus nach Montefusco nach 12 Stunden die Virulenz eingebüßt und ist nach zwei Tagen abgestorben. Auch B. Meyer (1) findet, daß der Diphtheriebazillus sich in roher Milch nicht leicht entwickelt und zwar schon

wegen der baktericiden Eigenschaft derselben. C. O. Jensen (1) meint, daß der Diphtheriebazillus der Einwirkung der Säuerung der Milch widerstehe, wogegen Montefusco zeigt, daß gerade die Säurebildung in Milch und Butter die Ursache des baldigen Verschwindens der Virulenz 5 des Erregers ist.

§ 13. Die Größe der Gefahr beim Genusse von Milch und Mittel zur Abwehr.

Nach den vorstehenden Ausführungen besteht kein Zweifel darüber, daß der Genuß von roher Milch und deren Produkten unter Umständen 10 mit Gefahren für die Gesundheit verbunden ist. Diese Gefahren drohen teils von den milchgebenden Tieren, teils ist die Milch das Vehikel, in welchem der Erreger einer menschlichen Krankheit von einem Ort nach einem oder mehreren anderen Orten verschleppt wird. Ueber die Größe dieser Gefahr hat man bei den meisten Krankheiten 15 nur geringe Anhaltspunkte. Die Beteiligung von Milch und Milchprodukten an der Verbreitung von Krankheiten hängt offenbar von mehreren Momenten ab. Als solche kommen hauptsächlich in Betracht: die schon mehrfach angezogene Lebensfähigkeit der verschiedenen Krankheitskeime in Milch und in Milchprodukten, die Häufigkeit des Vorkommens der- 20 selben in diesen, sodann die Frage, ob und bis zu welchem Grade durch den Genuß von Milch etc. d. h. durch die Aufnahme derselben in das Verdauungssystem, die von den betreffenden Keimen ausgelösten Krankheiten auch wirklich hervorgerufen werden. Schließlich erhält man einen Maßstab über die Größe der Gefahr, die mit dem Genuß roher 25 Milch verbunden ist, wenn man die Häufigkeit der bereits ermittelten Krankheitsübertragungen in Betracht zieht und mit dem Umfange des Verbrauches dieses Nahrungsmittels vergleicht. Ueber alle diese Fragen liegen von der Mehrzahl der Krankheitserreger nur unvollständige Angaben vor. Aus den Untersuchungen über ihre Lebensfähigkeit weiß man, 30 daß die Krankheitserreger in Milch und in Butter, teilweise auch in Käse solange lebensfähig sein können, als diese genießbar sind, daß sie aber in Käsen, welche einer längeren Reifung bedürfen, nicht mehr lebensfähig sind. Ueber die Häufigkeit des Vorkommens von Bakterien in Milch und Milchprodukten liegen die oben angeführten mit Aufwand 35 von viel Mühe und Arbeit gewonnenen Ermittelungen über das Vorkommen von Tuberkelbazillen vor, über andere Krankheitserreger ist nach dieser Richtung nichts bekannt. Die Entstehung einer Krankheit bei Aufnahme des Erregers durch den Darm ist nicht in allen Fällen gewiß. Jedenfalls bedarf es in vielen Fällen verhältnismäßig großer 40 Mengen des Krankheitserregers bis die Krankheit ausgelöst wird. Es haben deshalb die Angaben, daß dieser oder jener Krankheitserreger in Milch und Milchprodukten enthalten ist, nur unvollständigen Wert, da sie nicht auch einen Anhalt darüber geben, wie groß die Menge der Krankheitskeime sein mag. Ueber die Frage, wie groß diese Menge 45 sein muß, um bei der natürlichen Aufnahme des Nahrungsmittels in den Organismus die Krankheit herbeizuführen, liegen nur die oben gemachten Angaben von Ostertag (1) und von Knuth (1) bezüglich der Tuberkulose vor, wonach die Wahrscheinlichkeit der Entstehung der Tuberkulose durch den Genuß von Milch 1 bis 2 Millionen mal geringer ist, 50 als durch Impfung. Daß auch bei anderen Krankheiten größere

Mengen des Erregers die Krankheit leichter entstehen lassen werden als nur wenige Keime darf als selbstverständlich angesehen werden. Es ist deshalb mehrfach die Frage aufgeworfen worden, ob nicht die Gefahr der Uebertragung von Krankheiten durch die mehr und mehr um sich greifende Milchversorgung der Städte durch Sammelbetriebe (Genossenschafts- oder größere Privatbetriebe mit mehreren Milchlieferanten) vermindert werde, da ja in diesen eine mit Krankheitskeimen beladene Milch durch die von anderen dem Betriebe angeschlossenen Milchproduzenten gelieferte gesunde Milch stark verdünnt werde. Ohne Zweifel wird dies bis zu einem gewissen Maße und bei manchen Krankheiten der Fall sein, bestimmtere Anhaltspunkte liegen dafür nicht vor. Andrerseits aber ist darauf hinzuweisen, daß durch die Vermischung und die Ausgabe einer größeren Menge von, wenn auch schwächer infizierter Milch die Gefahr der Verbreitung verallgemeinert wird. Dies ist namentlich für solche Krankheiten von Bedeutung, für deren Keime Milch ein guter Nährboden ist und bei welchem durch die Aufnahme des Nahrungsmittels in die Ernährungsorgane eine direkte Infektion möglich ist, wie z. B. bei Typhus. Bei letzterer Krankheit hat man die betrübende Erfahrung machen müssen, daß mit der Zunahme der Sammelbetriebe eine Zunahme von Typhusepidemien verbunden war und man hat ferner konstatiert, daß der Umfang der Epidemie von der Größe des Versorgungsgebietes des Sammelbetriebes abhängig ist. Für die Tuberkulose kann eine solche Behauptung nur mit Bezug auf die mit solchen Sammelbetrieben meistens verbundenen Schweinebestände aufgestellt werden. Mit Bezug auf den Menschen meint R. Koch, wie schon erwähnt, daß die Tuberkulose noch viel mehr verbreitet sein müßte, wenn die Rindertuberkulose für den Menschen ansteckend wäre.

Schließlich käme noch in Frage, wie oft die Entstehung von Krankheiten durch Milch beobachtet ist, namentlich wie häufig Infektionen mehrerer Personen gleichzeitig stattgefunden haben. Ueber diese Frage geben ebenfalls die bereits gemachten Ausführungen Aufschluß und zwar ist ersichtlich, daß eigentlich nur Tuberkulose und Typhus in größerem Maße durch Milch und Milchprodukte verbreitet zu werden pflegen. Sieht man von der noch zu sehr strittigen Frage der Verbreitung von Tuberkulose durch Milch ab und vergleicht die Zahl der Fälle von Erkrankungen durch Milch mit den ungeheuren Mengen dieses Nahrungsmittels, welche täglich auch nur an einem einzigen Orte zum Konsum kommen, so ist die Zahl freilich ganz außerordentlich gering. Aber auch diese relativ geringe Zahl von Einzelinfektionen und Epidemien ist mehr als ausreichend, um die Ergreifung von Schutzmaßregeln gegen die Gefahren beim Genuß eines so allgemeinen Nahrungsmittels als notwendig erscheinen zu lassen.

Wenn nun als wahrscheinlich angenommen werden muß, daß mit der Zentralisierung des Milchvertriebes eine größere Gefahr verbunden ist als beim Einzelvertrieb, so sind durch diese Zentralisierung doch zugleich auch die Mittel zur Abwehr gegeben. Diese Mittel bestehen im allgemeinen darin, daß man die Krankheitskeime, wie überhaupt die Keime in der sowohl für den Konsum wie auch in der für die Bereitung von Milchprodukten bestimmten Milch abzutöten sucht. Es kann dies nur durch Erhitzung geschehen: vom einzelnen Milchkonsumenten in der Weise, daß er die Milch abkocht, für einen großen umfangreichen Konsumentenkreis durch die Erhitzung in Sammel-

betrieben. Wie im 16. Kapitel des näheren ausgeführt werden wird, hat sich zu diesem Zweck das Verfahren der sogen. Pasteurisierung herausgebildet, das es ermöglicht, die Befreiung der Milch von Krankheitskeimen unter möglichster Wahrung des Genußwertes derselben wie ihrer Produkte zu erreichen. Die Pasteurisierung der Milch**produkte** wird nicht direkt durchgeführt, sondern durch Erhitzung des dafür verwendeten Materials, bei Butter des Rahmes, bei Käse der Käsemilch. Die Pasteurisierung der Milch hat einen nur sehr geringen, für manche kaum bemerkbaren Kochgeschmack zur Folge; immerhin ziehen viele Personen den Genuß der rohen Milch dem der gekochten vor, so daß trotz aller Belehrung erstere in weitaus überwiegendem Maße genossen wird. Die Abtötung der Keime durch desinfizierende Mittel ist wohl leicht zu ermöglichen, bisher aber ist man über die Gesundheitsschädlichkeit der hauptsächlich in Betracht kommenden Desinficientia noch nicht im Klaren. Die Erhitzung des Rahmes ist mittelst der hierfür bestimmten Apparate leicht und ohne wesentliche Beeinträchtigung des Wohlgeschmackes durchzuführen und sie garantiert die Gewinnung einer reinen und wohlschmeckenden Butter, so daß sie sich auch schon aus molkereitechnischen Gründen mehr und mehr einbürgert. Auch die Gewinnung von Weichkäsen, bei deren Genuß am ersten eine Uebertragung von Krankheitskeimen möglich erscheint, ist durch eine vorherige Pasteurisierung der Milch nicht in dem Maße erschwert, daß sie nicht praktisch allgemein durchführbar erscheint. Dagegen ist es bisher noch nicht gelungen, Hartkäse in normaler, als Handelsware gangfähiger Qualität aus pasteurisierter Milch zu bereiten.

Die Möglichkeit der Durchführung des Pasteurisierens im Dampfbetrieb — ja neuerdings selbst im Kleinbetrieb — hat es nahegelegt, die Pasteurisierung als eine allgemeine gesetzliche Maßregel vorzuschreiben. Dabei dürfte aber zu bedenken sein, daß die Milchversorgung noch in sehr umfangreichem Maße von kleineren Milchwirten und kleineren Milchhändlern geschieht und daß mit einer solchen gesetzlichen Vorschrift eine in die bürgerlichen Erwerbsverhältnisse stark eingreifende Umwälzung verbunden sein würde.

Diese Gefahr hat man durch den mehrfach gemachten Vorschlag zu umgehen versucht, die Pasteurisierung solle in besonderen städtischen Anstalten unter Kontrolle vorgenommen werden, ähnlich wie die Schlachtung des Viehes in Schlachthäusern. Daß dieser Art der Sanierung der Marktmilch nicht geringe Schwierigkeiten entgegen stehen, ist nicht zu leugnen, sie erscheint aber keineswegs undurchführbar.

Es läßt sich aber eine Sanierung der Milch noch auf einem anderen Wege erreichen, nämlich durch eine Sanierung des Milchviehes. Freilich beschränkt sich diese Maßregel zunächst auf die Verhütung einer Verbreitung der vom Vieh ausgehenden Krankheiten, sie schließt aber den Vorzug in sich, daß damit eine Gesundung und Gesunderhaltung unseres Milchviehes und damit eine bessere wirtschaftliche Ausnutzung der Viehhaltung verbunden ist. Eine solche Gesundung der Milchviehbestände wird am besten durch eine ständige periodische tierärztliche Kontrolle erreicht und es liegt im eigenen Interesse der Landwirte, wenn sie sich freiwillig einer solchen unterziehen. Was speziell die Tuberkulose anbelangt, so wäre es nach den oben gemachten Ausführungen über das Auftreten von Tuberkelbazillen in der Milch von Kühen, welche Anzeichen von Tuberkulose nicht erkennen lassen, aber dennoch auf Tuberkulin reagieren, eine nicht unberechtigte Forderung, daß solche

auf Tuberkulin reagierende Tiere in einem Milchviehstall nicht aufgenommen werden dürfen und daß ferner periodische Prüfungen mit Tuberkulin vorgenommen und die reagierenden Tiere ausgemerzt werden. Solche Maßregeln sind von verschiedener Seite gefordert worden und manche Milchwirtschaften haben sich auch denselben unterzogen. Es kann aber nicht verhehlt werden, daß die Gewissenhaftigkeit der Durchführung vielfach schon von vornherein viel zu wünschen übrig ließ bzw. läßt oder nach geraumer Zeit nachgelassen hat. Die Ankündigung einer solchen Prüfung mit Tuberkulin wie der ständigen tierärztlichen Kontrolle überhaupt dient eben nicht selten mehr als Reklameschild als sie ein ernstgemeinter Vorsatz ist. In vielen anderen Fällen wird die tierärztliche Kontrolle allerdings mit peinlicher Gewissenhaftigkeit durchgeführt und einige solche milchwirtschaftliche Betriebe mit vorzüglicher Organisation und unausgesetzter Kontrolle der unteren Organe können als leuchtende Vorbilder dienen.

Eine solche strenge tierärztliche Kontrolle wird sich aber der kleine Landwirt, der Milchbauer, nicht leisten können, und auch wenn sie gesetzlich vorgeschrieben würde, wie das mehrfach in der Form einer obligatorischen Milch- und Milchviehbeschau vorgeschlagen worden ist, würde ihre Durchführung erhebliche, wohl selbst unüberwindliche Schwierigkeiten bereiten. Sie ist eben nur möglich bei einem größeren gut überwachbaren Viehstapel bezw. bei einem Molkereibetrieb, dem größere Viehstapel angeschlossen sind.

Gewissermaßen ein Mittelweg zwischen der allgemeinen staatlichen Milchbeschau und der Privatinitiative ist der Vorschlag, einstweilen wenigstens die Produktion der sogenannten Vorzugsmilch unter Kontrolle zu stellen. Man kann R. Ostertag (3), von dem dieser Vorschlag ausgeht, nur Recht geben, wenn er sagt, daß der höhere Preis für solche Milch und die Erwartung des Publikums, daß es in der, unter dieser Bezeichnung angepriesenen Milch auch wirklich gute und gesunde Ware erhalte, eine solche Kontrolle rechtfertige. Ebenso wird man ihm beistimmen müssen, wenn er von einer sanitären Ueberwachung der Vorzugsmilch einen erzieherischen Einfluß auf die allgemeine Milchproduktion erwartet. Der Zwang der Konkurrenz und die Lockung des höheren Preises dürften die Landwirte dazu bringen, allgemeiner auf die Gewinnung einer hygienisch einwandfreien Milch hinzuarbeiten, so daß von dieser Kontrolle der Vorzugsmilch ein heilsamer Einfluß auch auf die Produktion der gewöhnlichen Marktmilch erwartet werden darf.

Vor der Infektion durch den Genuß unkontrollierter Marktmilch schützen den Konsumenten zunächst die Seuchen- und Milchgesetze in den verschiedenen Ländern und Gemeinden, vor allem aber die Selbsthilfe durch Abkochen der Milch vor dem Genuß. Durch die ersteren sind Vorschriften gegeben, daß Milch von kranken Tieren nicht verkauft oder abgegeben werden darf und ferner ist bei Seuchen sowie auch bei Epidemien eine Sperrung der betreffenden Milchwirtschaft vorgesehen. Mit Bezug auf die Tuberkulose hat man in Deutschland von einem besonderen Gesetz abgesehen und die Tilgung der Tuberkulose unter dem Rindvieh der Einsicht und der Initiative der Landwirte überlassen. Der hierfür einzuschlagende Weg ist nach mehrseitiger Behandlung der Frage (s. Schriften des Deutschen Milchwirtschaftlichen Vereins Nr. 26, Leipzig 1900) in der Beseitigung der hochgradig tuberkulösen und eutertuberkulösen Kühe und in der Aufzucht

der Kälber mit gekochter oder regelrecht pasteurisierter Magermilch gefunden und von R. OSTERTAG (2) zum ersten Male praktisch durchgeführt worden. Heute ist das Vorgehen gegen diese gefürchtete Krankheit in verschiedenen Teilen Deutschlands teils in die Wege geleitet, 5 teils befindet es sich bereits in der Durchführung.

Literatur

zum Kapitel Herkunft der parasitischen Bakterien der Milch etc.

*Abenhausen, (1) Dissert., Marburg 1900; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 308. *Adami und Martini, (1) Rep. on observ. made upon the sattle at the Exp. Stat. Outremont P. Cl., Ottowa 1899. *Almquist, E., (1) Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl., 1889, Bd. 21, S. 327. *Annett, H. E., (1) The Lancet, 1900, S. 159; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1900, Bd. 27, S. 461. *Ascher, (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 32, S. 329. *Aujeszky, A., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1902, Bd. 31, Orig., S. 132. *Bang, B., (1) Dtsch. Z. f. Tiermed. und vergl. Path., 1883, Bd. 10, S. 57. — (2) Ebenda, 1884, Bd. 11, S. 45. — (3) Ebenda, 1890, Bd. 17, S. 1. *Bardach, (1) Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl., 1888, Bd. 20, Suppl., S. 82. *Basch, K., und Weleminsky, F., (1) Arch. f. Hyg., 1899, Bd. 35, S. 205. *Basenau, Fr., (1) Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 23, S. 170. *Bassenge, R., (1) Dtsch. med. Wochenschr., 1903, Bd. 29, S. 699. *Baumgarten, P., (1) Baumgartens Jahresber., 1896, Bd. 12, S. 478, Anm. *Beck, M., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1900, Bd. 28, S. 452. *Behla, R., (1) Klin. Jahrb., 1902, Bd. 10, S. 243. *Behring, E. von, (1) Dtsch. med. Wochenschr., 1903, Bd. 29, S. 689. *Bolley, H. L., und Field, M., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 881. *Bollinger, O., (1) Cit. n. Ziemssens Handb. d. chron. Infektionskrankh., 1874, Bd. 3, S. 457. — (2) Tageblatt d. 52. Vers. dtsch. Naturf. u. Aerzte zu Baden-Baden 1879, S. 263. *Brazzola, (1) Cit. n. Tonzig (1). *Bruck, C., (1) Dtsch. med. Wochenschr., 1903, Bd. 29, S. 460. *Brusaferro, (1) Giorn. di med. veter. prat., Torino 1890; ref. in Baumgartens Jahresber., 1890, Bd. 6, S. 271. *Bujwid, O., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 30, S. 213. *Busey, S. C., und Kober, G. M., (1) Ref. in Medic. Record New York, 1895, Bd. 1, S. 757. *Brehme, W., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 40, S. 320. *Cappeletti, (1) L'uffiziale sanit., 1896. *Carö, (1) Tidskrift f. Sundnedspleje, 1898, Bd. 6. *Cauvet, (1) In Ziemssens Handb. d. chron. Infektionskrankh., 1874, Bd. 3, S. 457. *Chambrelent und Moussous, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1883, Bd. 97, S. 1142. *Coggi, (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1900, Bd. 27, S. 836. *Cunningham, D., (1) Arch. f. Hyg., 1890, Bd. 12, S. 133. *Dawson, Ch. F., (1) Ann. Rep. Bureau of animal industry, 1898, U. St. Dep. of Agr. Washington 1899; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1902, Bd. 32, Orig., S. 277. *Deneke, (1) Cit. n. Loeffler (1). *Drigalski, von, und Conradi, H., (1) Z. f. Hyg., 1902, Bd. 39, S. 283. *Ebstein, (1) Dtsch. med. Wochenschr., 1896, Nr. 9/10. *Edwards und Severn, (1) Brit. med. Journ., 1897, Bd. 2, S. 339. *Englund, Nils, (1) Upsala Läkarförhandling, 1892, S. 3. *Ernst und Peters, (1) Medical Record, 1895. *Escherich, Th., (1) Die Darmbakterien des Säuglings. Stuttgart 1886. *Feser, (1) Dtsch. Z. f. Tiermed. u. vergl. Path., 1880, Bd. 6, S. 166. *Fiorentini und Parietti, (1) Giorn. R. Soc. Ital. d'Igiene, Bd. 4, S. 199. *Fränkel, E., und Kister, J., (1) Münch. med. Wochenschr., 1898, Bd. 44, S. 197. *Freemann, R. G., (1) Medic. Rec. New York, 1896, Bd. 1, S. 433. *Friis, St., (1) Z. f. Tiermed. u. vergl. Path., 1893. *Fröhner, E., (1) Z. f. Fleisch- u. Milchhyg., 1891, Bd. 1, S. 55. *Gaffky, G., (1) Arb. Kais. Ges. Amt, 1887, Bd. 3, S. 1. — (2) Dtsch. med. Wochenschr., 1892, Bd. 18, S. 297. *Galtier, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1887, Bd. 105, S. 1333. *Gasperini, (1) Giorn. R. Soc. Ital. d'Igiene, 1890. *Gehrmann und Evans, (1) Tuberculosis and the tuberculin test by the State Board of life stock comiss. of Illinois, Springfield 1902. *Gröning, (1) Centralbl. f. Veter. Angel., 1897, Nr. 14/15. *Harrison, F. C., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1900, Bd. 14, S. 317. — (2) Ebenda, 1902, Bd. 16, S. 138; Revue générale du lait, 1902, Bd. 1, S. 361. *Hart, E., (1) Brit. med. Journ., 1897, Bd. 1, S. 1167, 1229 u. 1292. *Heim, L., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1889, Bd. 5, S. 294. *Hellström, F. E., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1900, Bd. 28, S. 542. *Herbert, A., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., Bd. 27, S. 390. *Herr, F., und Beninde, M., (1) Z. f. Hyg., 1901, Bd. 38, S. 152. *Hertwig, O., (1) Magaz. f. d. ges. Tierheilk., 1834, Bd. 6, S. 166. *Hesse, W., (1) Z. f. Hyg., 1889, Bd. 5, S. 527. — (2) Ebenda, 1899, Bd. 31, S. 502. *Hirschberger, K., (1) Arch. f. klin. Med., 1889. *Holst, Axel, (1) Cit. n. Jensen (1). *Hormann und Morgenroth, (1) Hyg. Rundsch., 1898, S. 218 u. 1081. — (2) Z. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel, 1900, Bd. 3, S. 806. *Hünermann, (1) Dtsch. militärärztl. Ztschr., 1901, S. 328 u. 385; ref. Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1902, Bd. 31,

Ref., S. 238. *__Husemann,__ (1) Dtsch. med. Wochenschr., 1888, S. 960. *__Jäger,__ O., (1) Hyg. Rundsch., 1899, Nr. 16. *__Jensen,__ C. O., (1) Grundriß d. Milchkunde u. Milchhygiene, Stuttgart 1903. *__Inghilleri,__ F., (1) Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 15, S. 820. *__Kanthack,__ A. A., und __Sydney-Sladen,__ (1) The Lancet, 1899, S. 74. *__Kitasato,__ S., (1) Z. f. Hyg., 1888, Bd. 3. S. 404. — (2) Ebenda, 1890, Bd. 5, S. 491. *__Klein,__ E., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1895, Bd. 18, S. 737. *__Knuth,__ (1) Z. f. Fleisch- u. Milchhyg., 1900, Bd. 10, S. 168. *__Koch,__ R., (1) Dtsch. med. Wochenschr., 1901, Nr. 33; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 30, S. 676. *__Korn,__ O., (1) Arch. f. Hyg., 1899, Bd. 36, S. 57. *__Krajewski,__ (1) Przeglad Weterynarski, 1901, Nr. 5/7. *__Kühnau,__ W., (1) Milchztg., 1900, Bd. 29, S. 547. *__Lameris,__ J. F., und __van Harrevelt,__ H. G., (1) Z. f. Fleisch- und Milchhyg., 1901, Bd. 11, S. 115. *__Laser,__ H., (1) Z. f. Hyg., 1891, Bd. 10, S. 513. *__Lécujer,__ (1) Revue d'hyg., 1885, S. 446 u. 551. — (2) Ebenda, 1887, S. 221. *__Loeffler,__ F., (1) Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl., 1902, Bd. 34, S. 54. *__Macfadyen,__ A., (1) The Lancet, 1899, S. 849. *__Mac Weeney,__ (1) Transact. of the R. Acad. of med. in Ireland, 1902, Bd. 20, S. 408. *__Manotzkow,__ (1) Dissert., Petersburg 1881. *__Marcone,__ G., (1) La Riforma veter., 1900, Bd. 3, Nr. 10 u. f. *__Markl,__ (1) Wien. klin. Wochenschr., 1901, S. 242; ref. Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 954. *__Massone,__ (1) Annali d'Ig. sperim., 1897, Bd. 7, S. 329. *__May,__ F., (1) Arch. f. Hyg., 1883, Bd. 1, S. 121. *__Meyer,__ Betzy, (1) Cit. n. Jensen (1). *__Mohler,__ J. R., (1) U. S. Departem. of Agr. Bureau of animal industry. Washington, 1903, Bull. 44. *__Montefusco,__ A., (1) Annali d'Ig. sperim., 1893, Bd. 3, S. 315. — (2) Ebenda, S. 425. *__Morgenroth,__ (1) Hyg. Rundsch., 1899, Bd. 9, Nr. 10. *__Müller,__ (1) Z. f. Fleisch- u. Milchhyg., 1900, Bd. 10, S. 53. *__Niven,__ J., (1) The Lancet, 1895, S. 146. *__Nocard,__ E., (1) Bull., 1885, S. 54. *__Nonewitsch,__ (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 955. *__Obermüller,__ K., (1) Hyg. Rundsch., 1895, Bd. 5, S. 877. — (2) Ebenda, 1897, Bd. 7, S. 712. — (3) Ebenda, 1899, Bd. 9, S. 57. *__Ostertag,__ R., (1) Z. f. Fleisch- u. Milchhyg., 1899, Bd. 9, S. 192 u. 221; Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1899, Bd. 26, S. 289. — (2) Z. f. Hyg., 1901, Bd. 38, S. 415. — (3) Berl. tierärztl. Wochenschr., 1904, Nr. 14, S. 269. *__Pawlowsky,__ (1) Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl., 1900, Bd. 32, S. 674; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 706. *__Petri,__ R. J., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1898, Bd. 14, S. 1. *__Pettersson,__ A., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1902, Bd. 32, Orig., S. 274. *__Pfeiffer,__ R., (1) Klin. Jahrb., 1898, Bd. 7. *__Pfuhl,__ E., (1) Z. f. Hyg., 1902, Bd. 40, S. 555. *__Piazza,__ G., (1) Typogr. de la escuela des artes y ofic., 1899. *__Rabinowitsch,__ Lydia, (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt. 1901, Bd. 29, S. 309. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 34, Ref., S. 225. — (3) Z. f. Hyg., 1897, Bd. 26, S. 90. — (4) Dtsch. med. Wochenschr., 1899, S. 5; Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1899, Bd. 25, S. 77. — (5) Z. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1900, Bd. 3, S. 801. *__Rabinowitsch,__ L., und __Kempner,__ W., (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 31, S. 137. — (2) Ebenda, 1901, Bd. 37, S. 441. *__Randou,__ (1) Recueil, 1885, S. 311. *__Ravenel,__ (1) Transact. of the Brit. Congr. on tubercul., 1901, Bd. 3, S. 519. *__Reincke,__ J. J., (1) Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl., 1896, Bd. 28, S. 409. *__Ricken,__ (1) Z. f. Medicinalbeamte, 1901, S. 367. *__Rondelli,__ A., (1) Rivista d'Igiene e di Sanità publ., 1890, S. 873. *__Rossi,__ Gino de, (1) Rivista d'Igiene e di Sanità publ., 1898, S. 873. — (2) Ref. in Centralbl. f. allgem. Gesundheitspfl., 1898, Bd. 17, S. 109. *__Roth,__ E., (1) Korresp. f. Schweiz. Aerzte, 1894, Bd. 14, S. 521. *__Rowland,__ (1) Ref. in Baumgartens Jahresber., 1895, Bd. 11, S. 391. *__Sacharbekoff,__ M. P., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 554. *__Santori,__ F. S., (1) Annali d'Igiene sperim., 1900, Bd. 10, S. 301. *__Scheurlen,__ (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1891, Bd. 7, S. 8. *__Schlegtendal,__ (1) Dtsch. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl., 1900; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 96. *__Schottelius,__ M., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1896, Bd. 20, S. 897. *__Schrank,__ J., (1) Z. d. allgem. österr. Apoth.-Vereins, 1895, Nr. 1; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1895, Bd. 18, S. 229. *__Schreyer,__ (1) Ref. in Münch. med. Wochenschr., 1900, Bd. 47, S. 1252. *__Schuchardt,__ K., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1897, Bd. 21, S. 354. *__Schüder,__ (1) Z. f. Hyg., 1901, Bd. 38, S. 343. *__Seitz,__ C., (1) Bakt. Studien z. Typhusepidemie München 1886, S. 34. *__Sieveking,__ G. H., (1) In: Die Milch und ihre Bedeutung für Volkswirtschaft und Volksgesundung, Hamburg 1903. *__Simpson,__ (1) Cit. n. Jensen (1). *__Smith,__ Theob., (1) Journ. of Exp. Med., 1898, Bd. 3, Nr. 4/5; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1899, Bd. 26, S. 232. *__Steenström,__ (1) Z. f. Tiermed., 1902, Bd. 6, S. 241. *__Stickler,__ J. W., (1) New York med. Record, 1890. *__Szekely, A. von,__ (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1903, Bd. 34, Ref., S. 161. *__Thiele,__ H., (1) Dtsch. militärärztl. Ztschr., 1900, Bd. 29, S. 548. *__Tobler,__ Maria, (1) Z. f. Hyg., 1901, Bd. 36. S. 120. *__Tonzig,__ C., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 46. *__Uffelmann,__ J., (1) Berl. klin. Wochenschr., 1892, Nr. 48, S. 1209. *__Voges,__ O., (1) Der Kampf gegen die Tuberkulose des Rindviehs. Jena 1897. *__Walkowski,__ (1) Przeglad Lekarski, 1900, Nr. 26. *__Weigmann,__ H., und __Zirn,__ Gg., (1) Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 15, S. 286. *__Weißenfels,__ (1) Berl. klin. Wochenschr., 1899, Nr. 48. *__Wiedemann,__ (1) Therap. Monatshefte, 1891, H. 1. *__Zammit,__ (1) Brit. med. Journ., 1900, S. 1151.

Zweiter Abschnitt.

Die Gärungen der Milch und der Abbau ihrer Bestandteile.

Von Prof. Dr. H. Weigmann.

(Manuskript-Einlauf: 31. Jan. 1905.)

3. Kapitel.

Die Milchsäuregärung.

§ 14. Geschichtliches über die Milchsäuregärung.

Die Milchsäure als eine besondere Säure, einen bestimmt charakterisierten chemischen Körper, entdeckt zu haben, ist das Verdienst Scheele's (1) aus dem Jahre 1780. Ihre Entstehung durch Gärung war zuerst von 5 Boutron-Charlard und E. Frémy (1) erkannt worden, nicht aber zugleich das Wesen der dabei in Frage kommenden Gärung, wie überhaupt das Wesen der Gärung eine durch das ganze vorige Jahrhundert sich hindurchziehende Streitfrage bildete. Die genannten Forscher faßten nämlich die Bildung der Milchsäure in der Milch als die Wirkung eines 10 unorganisierten chemischen Fermentes, eines Enzyms, auf, als welches sie das Casein der Milch ansahen. Wenn man, wie weiter unten gezeigt wird, heute wieder auf dem Standpunkt steht, daß, wie andere Gärungen, so auch die Milchsäuregärung der Wirkung eines Enzyms zu verdanken ist, so ist dieser Standpunkt doch wesentlich verschieden von dem von 15 den genannten Forschern geteilten, insofern als diese das Enzym in der Milch selbst vermuteten, während man heute weiß, daß dieses das Produkt bestimmter Organismen, der Milchsäurebakterien, ist. Diese Anschauung von dem Vorhandensein eines der Milch eigentümlichen, die saure Milchgerinnung bewirkenden chemischen Fermentes (Enzymes) er- 20 hielt sich noch bis 1874 herauf, zu welcher Zeit, trotz der Entdeckung des organisierten Fermentes („ferment lactique“) durch L. Pasteur, Alex. Schmidt (1) ein solches noch annehmen zu müssen geglaubt hat. Auch noch im Jahre 1880 nimmt von Böhlendorff (1) in der ungekochten Milch ein solches Enzym als die für gewöhnlich in Betracht

kommende Ursache der Milchsäurebildung an, während er für die gekochte Milch Bakterien als Ursache anerkennt. Und zu allem Ueberfluß hat A. P. FOKKER (1) im Jahre 1889 nochmals die Idee von der Rolle des Caseins als des „Fermentes" der Milchsäuregärung hervorgeholt. Sie wurde erst als abgetan betrachtet, als es ROBERTS (1), LISTER (1), CHEYNE (1) und MEISSNER (1) gelungen war, nachzuweisen, daß Milch, welche unter Bewahrung vor Infektion mit Keimen der Brustdrüse direkt entnommen wird, keine Säuerung und Gerinnung erleidet, und nachdem es LISTER gelungen war, zu zeigen, daß in allen den Fällen, in denen Säuregerinnung eintritt, ein bestimmter Organismus vorhanden ist.

Auch die Unterscheidung zwischen Säuregerinnung und Labgerinnung (s. 9. Kap.) war erst der neueren Zeit vorbehalten. Der Nachweis, daß beide verschiedene Vorgänge sind, ist erst im Jahre 1872 durch die eingehenden Arbeiten O. HAMMARSTEN's (1) geliefert und von KAPELLER und ALEX. SCHMIDT (1) bestätigt worden.

Wie bereits erwähnt, ist es L. PASTEUR (1) gewesen, der zuerst (im Jahre 1857) die Ansicht ausgesprochen hat, daß die Milchsäuregärung das Werk von organisierten Fermenten, eines „ferment lactique" sei. Bestimmter drückt sich LISTER (1) aus; er wandte auch bereits Methoden an, welche sicherer zur Isolierung der einzelnen Organismen führten. Er verdünnte saure Milch soweit, daß jeder Tropfen der Flüssigkeit nur etwa einen Organismus enthalten konnte, und impfte sicher sterilisierte mit einem Tropfen dieser stark verdünnten Milch. Als dann in der sterilisierten Milch Säuerung und Gerinnung wieder eingetreten waren, fand sich auch immer wieder ein und derselbe Organismus vor.

Das Verdienst, die Kenntnis über das Wesen der Milchsäuregärung um ein Bedeutendes gefördert zu haben, gebührt FERD. HUEPPE (1). Er gab auf Grund der KOCH'schen Bakterienzüchtungsmethoden zum ersten Male eine vollständige Charakteristik eines Milchsäuregärung erregenden Bakteriums und bestätigte damit auch die Angaben PASTEUR's und LISTER's, daß diese Gärung einzig und allein das Werk eines bestimmten Mikroorganismus sei. HUEPPE hatte den *Bacillus acidi lactici*, wie er seinen Organismus nannte, zunächst als den alleinigen Erreger der Milchsäuregärung in der Milch angesehen; er selbst aber stellte dies schon bald nachher wieder in Abrede und er (2) sowohl wie seine Schüler beschrieben noch einige Milchsäurebakterien mehr, welche von dem *Bacillus acidi lactici* verschieden sein sollten. Trotzdem glaubte man lange, daß die Säuerung in der Milch in der Hauptsache dem *B. acidi lactici* zu verdanken sei.

Weitere Forschungen zeigten aber, daß die in der gesäuerten und durch Säuerung geronnenen Milch vorherrschend gefundenen Milchsäurebakterien mit der Beschreibung, welche HUEPPE von seinem als Milchsäurebazillus κατ' ἐξοχήν angesehenen Spaltpilz gegeben hatte, keineswegs übereinstimmten, so daß zuerst G. LEICHMANN (1 u. 2) und dann H. WEIGMANN (1) sich veranlaßt sahen, nicht den HUEPPE'schen Bazillus, sondern einen anderen, von LEICHMANN genau beschriebenen und als *Bacterium lactis acidi* bezeichneten Organismus als den ständigen Erreger der freiwilligen Milchgerinnung, speziell als den im Molkereigewerbe bei der Säuerung des Rahmes tätigen Milchsäurepilz hinzustellen. LEICHMANN (3) hat dann die Rolle, welche der *Bac. acidi lactici* bei der spontanen Milchsäuerung spielt, dahin richtig gestellt, daß dieser vermöge seines größeren Luftbedürfnisses an der Oberfläche der Milch wächst und dort die Säuerung bewirkt, während in den unteren Schichten fast ausschließlich das fakultativ anaerobe *Bact. lactis acidi* gefunden wird.

Außer bei der Säuerung und Gerinnung der Milch sind Milchsäurebakterien auch bei der Säuerung anderer Nahrungsmittel sowie landwirtschaftlicher Futtermittel tätig, so bei der Säuerung des Sauerkohles, der Gurken, bei der Bereitung von Sauerfutter, bei der Einsäuerung von 5 Rübenschnitzeln, von Mais, Kartoffeln, bei der Bereitung des Braunheus, ferner bei der Säuerung der Maische in der Brennerei, der Bereitung des Sauerteiges, der Preßhefe, sowie schließlich bei der Bereitung gewisser Biersorten oder beim Sauerwerden des Bieres.

Alle diese in den verschiedenen Medien gefundenen Milchsäure- 10 bakterien erweisen sich wohl ziemlich ähnlich, namentlich in ihren kulturellen Merkmalen, haben aber immerhin einen solchen Grad von Verschiedenheit, daß man sie nicht für identisch zu erklären vermag. Vor allem zeigen sie verschiedenes gärungsphysiologisches und biologisches Verhalten, so daß man sie auf Grund dieser Eigentümlichkeiten für ver- 15 schiedene Arten ansehen muß. Wie im nächsten Kapitel ausgeführt werden soll, ist nunmehr, wenigstens in betreff der Milchsäurebakterien der Milch, die Erkenntnis der gegenseitigen Verwandtschaft der verschiedenen „Arten“ soweit gediehen, daß man zwei Typen als die hauptsächlichsten Erreger der Milchsäuerung, als Arten, wenn auch nur als 20 Kollektivarten, aufstellen kann. Andere Arten, wie z. B. die verflüssigenden Milchsäurebakterien, müssen vorläufig noch für sich behandelt werden.

Auch was die physiologische Seite des Vorganges der Milchsäuregärung anlangt, ist man jetzt, wie oben schon angedeutet ist und im 25 5. Kapitel des näheren ausgeführt werden soll, zu der sicheren Erkenntnis gelangt, daß die Bildung der Milchsäure nicht ein Produkt des Lebens der Bakterien als solchen, sondern eines von den Bakterien gebildeten Enzymes ist.

In den nachfolgenden Ausführungen über die Chemie der Milch- 30 säuregärung sollen ausschließlich die Vorgänge bei der Säuerung der Milch Berücksichtigung finden; die in anderen Unterlagen (s. oben) tätigen Milchsäurebakterien und ihre Stoffwechselprodukte finden eine ausführlichere Behandlung an anderen Stellen dieses Handbuches, so insbesondere im 19. Kapitel des vorliegenden (II.) Bandes und im 8., 9. 35 und 11. Kapitel des V. Bandes.

§ 15. Die bei der Milchsäuregärung stattfindenden Umsetzungen in der Milch.

Die Milchsäuregärung besteht in einer Spaltung von Zucker, in Milch speziell von Milchzucker, in Milchsäure. Es wird dabei nicht 40 aller vorhandene Milchzucker in Säure umgewandelt, sondern nur eine bestimmte Menge. Der Grund für die Sistierung der Umsetzung ist in der Bildung der Milchsäure selbst zu suchen, da diese schwächend und schließlich vollständig hemmend auf die Vermehrung und die Tätigkeit der Bakterien einwirkt. Wird daher dieses Hindernis beiseite geschafft, 45 etwa durch periodisch vorgenommene Neutralisierung der Säure oder durch vorheriges Hinzufügen eines indifferenten Neutralisierungsmittels, wie kohlensaurer alkalischer Erden oder unschädlicher Metalloxyde oder Metallsalze, deren Säure schwächer ist als die Milchsäure, so wird aller Vorrat an Milchzucker verarbeitet.

Die Folge der Bildung von Milchsäure in der Milch ist eine chemische und physikalische Veränderung derselben. Ist nämlich eine gewisse Menge Milchsäure gebildet, so gerinnt die Milch, d. h. es scheidet sich ein Bestandteil derselben aus und die neben der Ausscheidung bestehen bleibende Flüssigkeit hat eine andere Beschaffenheit 5 als die unzersetzte, ungeronnene.

Wie bekannt, enthält die Milch als hauptsächlichsten Eiweißstoff **Casein.** Dieses befindet sich in derselben nicht in gelöstem sondern nur in gequollenem Zustande — es läßt sich z. B. nicht durch Tonzellen hindurchfiltrieren — und es ist außerdem, da es eine Säure ist, an eine 10 Base und zwar an Kalk gebunden. Wird nun die Milch durch Gärung sauer oder wird ihr eine Säure zugesetzt, so wird die Verbindung des Kalkes mit der schwachen Säure Casein aufgehoben und dieses scheidet sich aus. Ist die Ausscheidung eine vollkommene, so entsteht ein mehr oder weniger zusammenhängendes Coagulum und neben diesem ein 15 grünlich-gelbes Serum, in welchem sich das durch die Trennung vom Casein an die Säure gebundene Kalksalz, die überschüssig entstandene bzw. zugesetzte Säure und neben anderen, unveränderten Bestandteilen der Milch (Albumin, Globulin, Milchzucker, der größere Teil der Salze) noch saure phosphorsaure Salze befinden. 20

Der genauere qualitative, wie auch der quantitative Verlauf der Milchsäuregärung ist mehrfach Gegenstand der Forschung gewesen, er ist aber erst in der neueren Zeit aufgeklärt worden, seitdem man über die Natur der Milch und die gegenseitige Bindung der Bestandteile in ihr durch die Arbeiten von Jul. Lehmann (1), F. Söldner (1) und 25 G. Courant (1) besser unterrichtet ist. Zum Verständnis der nachfolgenden Ausführungen bedarf es einer kurzen Schilderung dieser Verhältnisse.

Das Casein als Säure hat das Vermögen, sich mit Basen, namentlich mit Alkalien und den alkalischen Erden, speziell mit Kalk, in 30 mehreren Verbindungsstufen zu vereinigen: es ist eine mehrbasische Säure. Durch die Untersuchungen Söldner's ist festgestellt, daß die Kalk-Caseinverbindung in der Milch ein Bindungsverhältnis von 100 Casein zu 1,55 Aetzkalk besitzt, eine Verbindung, welche auf Lackmus und auf Phenolphtalein als Indikatoren neutral reagiert, d. h. ersteres nicht blau 35 färbt und letzteres ungefärbt läßt. Das Casein vermag aber mit dem Kalk eine weitere, höhere Verbindungsstufe einzugehen und zwar von 100 Teilen Casein zu 2,36 Teilen Aetzkalk, welche auf Lackmus basisch, d. h. blaufärbend reagiert, gegen Phenolphtalein aber ebenfalls indifferent ist. Courant hat dann gezeigt, daß es außerdem noch eine niedrigere 40 Verbindungsstufe gibt, welche nur die Hälfte bzw. ein Drittel derjenigen Menge Aetzkalk enthält, welche sich in den erwähnten Kalk-Casein-Salzen befinden. Es gibt demnach drei Kalk-Casein-Verbindungen: Mono-, Di- und Tricalciumcasein, wovon das Dicalciumcasein diejenige Verbindung ist, welche sich in der Milch vorfindet. 45

Von besonderer Wichtigkeit, namentlich mit Bezug auf den Vorgang der Säuerung (wie auch der Abscheidung durch Lab), sind dann die **phosphorsauren Salze.** Nach den Untersuchungen Söldner's dürfte die Phosphorsäure an Kalium, Calcium und Magnesium gebunden sein und die Milch Mono- und Dikaliumphosphat, Di- und Tricalciumphosphat, 50 sowie Dimagnesiumphosphat enthalten.

Bei der Säuerung der Milch erleiden sowohl die Kalk-Casein-Verbindung wie die Phosphate derselben eine wesentliche Aenderung. Die genauere

Kenntnis der dabei sich abspielenden Vorgänge verdanken wir H. Timpe (1). Nach seinen Untersuchungen spielen die mehrbasischen Phosphate, sowie das Casein nicht die Rolle von Nährstoffen für die Milchsäurebakterien sondern von Neutralisierungsmitteln für die entstehende Milchsäure. Es werden zuerst die zweibasischen Phosphate in einbasische, also saure, umgewandelt, sodann wird der an das Casein gebundene Kalk als milchsaurer Kalk abgetrennt, schließlich bindet das frei gewordene Casein ebenfalls eine gewisse Menge Milchsäure. Diese Erklärung des Chemismus der Milchsäuregärung in der Milch ist das Ergebnis folgender Versuche Timpe's. Eine 5-proz. Milchzuckerlösung mit frisch gefälltem kohlensauren Kalk versetzt, sterilisiert und mit Milchsäurebakterien geimpft, läßt kein Wachstum und keine Milchsäurebildung zustande kommen. Ebensowenig ist dies der Fall bei Zuckerlösungen mit sogenannten Nährsalzen. Dagegen wurden geringe Mengen Milchsäure gebildet, wenn zu der 5-proz. Milchzuckerlösung mit Milchasche Ammoniak oder Ammoniumsalze hinzugefügt wurden. Die Phosphate reichen also als Nährsalze für die Milchsäurebakterien nicht aus, wohl aber ist dies schon der Fall mit Ammoniumsalzen. Ein Versuch mit Chlorammonium und einer 5-proz. Milchzuckerlösung ergab nach 8 Tagen das Vorhandensein von 0,0405 Proz. Milchsäure. Dies ist also die Grenze der Konzentration an Milchsäure für die Milchsäurebakterien, d. h. es kann bis zu 0,04 Proz. Milchsäure gebildet werden, bis diese die Umsetzungstätigkeit der Milchsäurebakterien hemmt.

Die Rolle der Phosphate ergibt sich, wenn man zu dieser Nährlösung verschiedene, vorher genau bemessene Mengen von mehrbasischem Phosphat, am besten Dikaliumphosphat, zusetzt. Acht Tage nach der Impfung der Nährflüssigkeit ergeben die Titrationen Mengen von NaOH, welche mit den Mengen des Phosphates korrespondieren. Nimmt man an, daß alles Phosphat, welches den Nährlösungen zugesetzt worden war, in Monophosphat übergeführt worden ist, berechnet die hierzu nötigen Mengen Säure resp. die Mengen NaOH, welche zur Neutralisierung dieser gebraucht werden und zieht diese Mengen von den bei der Titration im ganzen verbrauchten ab, so bleibt ein Rest, der in allen Proben mit verschiedenen Mengen Phosphorsäure gleich groß ist und der ziemlich genau der Menge Milchsäure entspricht, welche im ersten Versuche (ohne Phosphate) erhalten wurde. Also außer der Menge freier Milchsäure, welche ohne die Gegenwart neutralisierender Substanzen gebildet werden kann, ist noch weiter Milchsäure gebildet worden, deren Menge von der Menge und Art des Phosphates abhängt und so groß ist, als es die Ueberführung in Monophosphat erfordert. Die Phosphate dienen demnach als Neutralisierungsmittel, und da neben den Monophosphaten noch weitere Mengen Milchsäure gebildet werden, so darf man schließen, daß das Monophosphat selbst nicht gärungshemmend wirkt.

Das **Verhalten des Caseins** bei der Milchsäuregärung wurde von Timpe in der Weise geprüft, daß er sich eine Caseinnatronlösung herstellte, diese mit Milchzucker versetzte und sie nun der Milchsäuregärung aussetzte. Nach Verlauf von 24 Stunden nach der Impfung mehrerer mit verschiedenen Mengen von Caseinlösung aber gleichen Mengen von Milchzuckerlösung beschickter Kölbchen war das Casein labähnlich ausgefällt und die Titration ergab steigende Werte je nach dem Caseingehalt. Ein Vergleich dieser Werte mit den für die Neutralisierung des Caseins nötigen Mengen NaOH ergab, daß die ersteren annähernd doppelt so groß waren als letztere. Die Milchsäure mußte also an

Casein gebunden sein. Die Berechtigung dieser Schlußfolgerung wird durch ähnliche Versuche gestützt, welche TIMPE ebenfalls in Zuckerlösungen mit und ohne Pepton bzw. Gelatine anstellte, wobei das Pepton oder die Gelatine die Milchsäure banden. Sie hat ferner eine Bestätigung gefunden durch die Untersuchungen anderer Forscher. Nachdem SJÖQUIST (1) gezeigt hatte, daß das Eieralbumin mit Säuren Salze bilde, haben BUGARSKY und LIEBERMANN (1) ein Chlorid desselben und PANORMOFF (1) Salze mit verschiedenen Säuren dargestellt. Neuerdings nun haben J. J. VAN SLYKE und E. B. HART (1) behauptet, daß bei der Einwirkung von Milchsäure auf Casein und Paracasein sowohl bei der Milchsäuregärung wie auch auf künstlichem Wege milchsaures Casein bzw. Paracasein in zwei Verbindungsstufen entstehe, in einer ungesättigten und einer gesättigten. Ebensolche Salze haben diese Forscher erhalten mit Salz-, Schwefel- und Essigsäure. Das ungesättigte milchsaure Salz soll sich von dem gesättigten hauptsächlich durch seine Löslichkeit in 5- oder 10-proz. Kochsalzlösung bei 55—60° C und in 50-proz. Alkohol beim Kochen (aus welchen beiden Lösungen es auch in der Kälte sich nicht wieder ausscheidet), durch geringe Löslichkeit in gesättigter Calciumkarbonatlösung bei 50° C und in 2-proz. Calciumlactatlösung, sowie durch Unlöslichkeit in Wasser unterscheiden. Das gesättigte Salz dagegen ist in keinem dieser Lösungsmittel löslich. Diese Salze, vornehmlich das ungesättigte Salz, sollen in frischem wie in schon reiferem Käse enthalten sein und durch Extraktion des Käses mittelst 5-proz. Chlornatriumlösung erhalten werden können. Im frischen Käse waren über 78 Proz. der gesamten Stickstoffsubstanz in Form von ungesättigtem milchsauren Casein enthalten. Die Richtigkeit dieser Angaben, namentlich in bezug auf das Bestehen zweier Verbindungsstufen zwischen Casein und Milchsäure, wird von R. W. RAUDNITZ (1) stark angezweifelt.

Bei der Säuerung der Milch würden also zuerst die zweibasischen phosphorsauren Salze in einbasische umgewandelt werden, sodann würde die Verbindung des Caseins mit Kalk aufgehoben und nicht nur der dadurch freiwerdende Kalk sondern auch das Casein als Neutralisierungsmittel benützt werden. Eine Berechnung der auf solche Weise in der Milch entstehenden Menge Milchsäure würde folgende Werte geben. Nimmt man die Menge von 0,2 Proz. P_2O_5 in Form von Diphosphat an, so ergeben sich für die Umwandlung in Monophosphat 0,2536 g Milchsäure. Ein Gehalt von 2,5 Proz. Casein in der Milch in der zweistufigen Verbindung mit Kalk würde an Säure binden: durch den Kalk 15,58 ccm Zehntel-Normallauge, durch das Casein 23,38 ccm, in Summa also 38,96 ccm gleich 0,351 g Milchsäure. In 100 g Milch würden also 0,2536 + 0,351 = 0,6046 g Milchsäure gebildet worden sein.

§ 16. Die bei der Säuerung der Milch entstehenden Mengen Milchsäure. Die Gärungsgleichung der Milchsäuregärung.

Der Säuerungsprozeß der Milch hängt in seinem Fortschreiten wie Gärungsprozesse im allgemeinen von der Vermehrung seiner Erreger, der Milchsäurebakterien, ab. Aber sowohl im Beginne der Gärung wie gegen Ende derselben greift eine Abweichung von dieser Regel Platz. Diese Abweichung im Anfange der Milchsäuerung besteht darin, daß mit der Vermehrung der Bakterien nicht zugleich ein Anwachsen des Säuregrades eintritt, sondern erst nach einem gewissen Zeitraum, dessen

Länge von der Temperatur sowie von der Beschaffenheit der Milch abhängig ist. FR. SOXHLET (1) nennt diese Periode das **Inkubationsstadium** der Milchsäuregärung. Er hat ermittelt, daß es bei kuhwarmer Milch durchschnittlich 3—8 Stunden, bei 10° C dagegen 52—75 Stunden
5 andauert. Die Beobachtungen SOXHLET's konnten von H. C. PLAUT (1) bestätigt werden, und die bei verschiedenen Temperaturen für das Inkubationsstadium ermittelten Zeiten sind von ihm in nachfolgender Weise ergänzt worden:

Temperatur, bei welcher die Milch aufbewahrt wurde °C	Dauer der Inkubation Stunden	Gerinnt beim Kochen nach Stunden	Gerinnt freiwillig nach Stunden
10	48—72	96	100
15	20—24	51	63
20	12—20	27	48
25	8	—	24
31	ca 7	8	22
37	5	8	12

Die Dauer der Inkubation ist also eine um so längere, je niedriger
10 die Temperatur ist, welcher die Milch ausgesetzt wird, und sie nimmt nach unten hin in sehr viel stärkerem Verhältnis zu als die Temperatur abnimmt. Nach dem Inkubationsstadium schreitet die Gärung rasch fort. In welchem Maße dies bei verschiedenen Temperaturgraden der Fall und in welchen Beziehungen das Wachstum der Bakterie und der
15 Grad der Säuerung dabei zueinander stehen, ist im 5. Kapitel des näheren ausgeführt.

Ueber die bei der Milchsäuregärung in Milch entstehenden größten **Mengen an Milchsäure** liegen ziemlich übereinstimmende Angaben vor. E. VON FREUDENREICH (1) hat dieselbe bei seinem *Bacillus α* (später
20 *Bacillus casei α* genannt) in einer Milchzuckerpeptonbouillon von 2 Proz. Pepton und 5 Proz. Milchzucker bestimmt und als größte Menge 0,585 bis 0,675 Proz. gefunden. F. HUEPPE (1) ermittelte die in der Milch bei unbeeinflußter Gärung durch seinen *Bac. acidi lactici* entstehende Menge zu 0,8 Proz. V. STORCH (1) fand bei einigen seiner Bakterien kurz nach der
25 Gerinnung der Milch 0,587—0,742 Proz. und nach Beendigung der Säurebildung 0,727—0,850 Proz. Milchsäure. Ferner gibt H. WEIGMANN (2) für einige von ihm isolierte Stämme die Menge von 0,410—0,641 Proz. und G. SCHWEITZER von einer dem *Bac. acidi lactici* GÜNTHER und THIERFELDER ähnlichen Bakterie 0,585 Proz. an. Ueber das Säuremaximum, wie es
30 von Milchsäurebakterien, die nicht der Milch entstammen, gebildet wird, liegen noch folgende Angaben vor. Das von R. ADERHOLD (1) in sauren Gurken gefundene *Bacterium Güntheri* (= *Bact. lactis acidi* LEICHMANN) *var. inactiva* bildet 0,546—1,28 Proz. Milchsäure. Das von E. CONRAD (1) aus Sauerkraut gezüchtete *Bact. brassicae acidae* erzeugte 0,38 Proz.
35 Milchsäure, während das neuerdings von C. WEHMER (1) als Erreger der Sauerkrautgärung angegebene *Bact. brassicae* nach B. BUTJAGIN's (1) Versuchen 0,54—0,63 Proz. Milchsäure in der Krautbrühe entstehen läßt. W. HENNEBERG (1) hat mit verschiedenen Milchsäurebakterien Feststellungen über den Säuregehalt beim Säuern in Maische vorgenommen.
40 Außergewöhnlich hohe Angaben für die Milchsäuremenge, welche einige von den nicht weniger als 49 „neuen Arten“ aus sauren Bohnen, Rüben und Gurken u. dgl. zu erzeugen vermögen, macht R. WEISS (1). Er gibt

von seinem *Bacillus fortissimus* an, daß er 6,3 Proz., auch 7,0 Proz. Milchsäure zu bilden imstande wäre; diese Zahlen geben in Wirklichkeit aber nur die Menge Normalalkali an, die zur Titration der Säure verbraucht ist. Die von dem genannten Bazillus produzierte Säuremenge beträgt also auch nicht mehr als sonst gefunden wird, nämlich 0,567 bezw. 0,530 Proz.

Die **Bestimmung des Säuregrades** in der Milch wird mittels Kali- oder Natronlauge vorgenommen unter Benutzung von Phenolphtalein als Indikator. Fr. Soxhlet und Th. Henkel (1) haben vorgeschlagen, dazu Viertel-Normalnatronlauge und 50 ccm Milch zu verwenden, die mit 2 ccm einer 2-proz. alkoholischen Phenolphtaleinlösung versetzt ist. E. Pfeiffer (1) und W. Thörner (1) dagegen verdünnen 10 ccm Milch mit Wasser, ersterer mit 40 ccm, letzterer mit 20 ccm und titrieren mit Zehntel-Normallauge und wenigen Tropfen einer konzentrierten Lösung von Phenolphtalein in 50-proz. Alkohol. Die nach letzteren Methoden erhaltenen Zahlen sind mit denen nach der Methode von Soxhlet-Henkel erhaltenen nicht vergleichbar und können nicht in solche nach dieser Methode umgerechnet werden, weil bei der Verdünnung der Milch mit Wasser eine Löslichkeit von schwerlöslichen Phosphaten eintritt, welche den Säuregrad vermindert (Söldner [1]). Die Soxhlet-Henkelsche Säuretitrierung gibt also die höchsten Säuremengen an. H. C. Plaut (1) hat dann ferner noch vorgeschlagen, als Titrationsflüssigkeit statt Natronlauge Barytlauge zu verwenden. Man erhalte dadurch noch höhere Zahlen, außerdem aber könne man damit zugleich auch den Kohlensäuregehalt der Milch ermitteln, wenn man gekochte und ungekochte Milch nacheinander titriert. Es ist übrigens nicht völlig richtig, wenn man die Anzahl Kubikzentimeter, welche bei der Titration nach den vorstehenden Methoden, d. h. bei Benutzung von Phenolphtalein als Indikator, erhalten werden, als wirklichen Säuregehalt betrachtet: wie H. Timpe gezeigt hat, gibt man damit einen zu hohen Säuregehalt an. Bei der Titration der Milch mit Phenolphtalein als Indikator werden nämlich nicht nur die freie und die an das Casein gebundene Milchsäure (Natronlauge zerlegt das milchsaure Casein) sowie die durch sie entstandenen sauren Phosphate sondern auch das Casein neutralisiert. Dieses wird aber bis zur erfolgten Bildung der dreistufigen Verbindung titriert, während es in der Milch nur in der zweistufigen enthalten ist; man titriert also eine Stufe mehr. Außerdem fällt beim Neutralisieren der Milch dreibasisch phosphorsaurer Kalk aus, so daß man so viel Moleküle Natriumoxyd mehr verbraucht als Calciumoxyd vorhanden ist, wie die beiden folgenden Gleichungen illustrieren:

$$6NaH_2PO_4 + 6NaOH = 6Na_2HPO_4 + 6H_2O$$
$$3Ca(H_2PO_4)_2 + 8NaOH = Ca_3(PO_4)_2 + 4Na_2HPO_4 + 8H_2O.$$

Bei Zugrundelegung der oben schon benutzten Zahlen für den Gehalt an Phosphorsäure und Casein und bei Annahme, daß die Milch 0,15 Proz. Calciumhydroxyd in Form von Calciumphosphat enthält, würde die Titration der sauren Milch nach obigen Methoden folgende Milchsäuremengen ergeben: für die Umwandlung von 2,5 g Casein in die dritte Verbindungsstufe 0,0935 g NaOH = 0,2104 g Milchsäure, ebensoviel für die an das Casein gebundene Milchsäure, für die Umwandlung von Monophosphat mit 0,2 Proz. Phosphorsäure in Diphosphat 0,1127 g NaOH = 0,2536 g Milchsäure, schließlich Mehrverbrauch von 2 Molekülen NaOH infolge der Bildung von Tricalciumphosphat bei 0,15 g $Ca(OH)_2$

0,1621 g Milchsäure. Der Gesamtbetrag an Milchsäure würde also nach der Titration 0,8365 g sein, während er in Wirklichkeit 0,6046 g ist; es würden also 0,232 Proz. zu viel titriert sein. Dieser Fehler kann vermieden werden, wenn die nicht gesäuerte Milch vorher ebenfalls mit Natronlauge und Phenolphtalein titriert und der Betrag von dem nach der Säuerung erhaltenen in Abzug gebracht wird. Bei den oben mitgeteilten Zahlen für das Maximum der entstandenen Milchsäure sind die von V. Storch und H. Weigmann angegebenen auf letztere Weise gewonnen; die von F. Hueppe für seinen Bazillus angegebene Menge von 0,8 Proz. dürfte dagegen zu hoch sein.

Richet (1) und Hueppe haben gefunden, daß gekochte und bis zu Ende gesäuerte Milch eine um 0,3 Proz. geringere Säuremenge enthalte als ungekocht gesäuerte. Die Erklärung für diese Erscheinung ist nach der Vermutung beider darin zu suchen, daß durch die Erhitzung der Milch über die Temperatur von 70—75° C ein Nährstoff für die Entwicklung der Bakterien, das Albumin der Milch, unlöslich geworden ist und verloren geht. Die Untersuchungen Timpe's zeigen, daß die Eiweißstoffe der Milch beim Säuerungsprozeß nicht bloß als Nährstoffe für die Bakterien sondern vor allem als Neutralisierungsmittel für die Milchsäure dienen, und wenn man die Mengen Milchsäure berechnet, welche das in der Milch vorhandene Albumin zu binden vermöchte, so würde diese Menge 0,05 Proz. sein, nicht aber 0,3 Proz. Timpe gibt daher eine andere, wahrscheinlichere Erklärung, indem er darauf hinweist, daß bei dem Erhitzen der Milch auf höhere Temperaturen die Kalksalze der Milch sich teilweise als Tricalciumphosphat abscheiden und, da dieses von der Milchsäure nicht angegriffen wird, mit dem Ausfallen desselben ein Neutralisationsmittel verloren geht, das ungefähr die Menge von 0,3 Proz. Milchsäure zu binden vermocht hätte.

Bei der Untersuchung von saurer Milch vom Zeitpunkt ihrer Gerinnung an, macht man die Beobachtung, daß der Säuregehalt zur Zeit der eben beginnenden Ausscheidung des Caseins noch nicht sein **Maximum** erreicht hat, sondern vielmehr noch zunimmt, wenn auch nur in geringem Maße. Am besten wird das wahrgenommen, wenn man sterilisierte Milch mit Reinkulturen von Milchsäurebakterien säuern läßt. Neben den oben mitgeteilten Ermittlungen von V. Storch liegen nach dieser Richtung solche von H. Weigmann vor, der bei zwei Milchsäurebakterienstämmen folgende Zahlen fand:

Milchsäurebakterie	nach erfolgter Gerinnung	24 Stunden später
Nr. 5 } der Kieler	0,675 Proz.	0,728 Proz.
Nr. 7 } Sammlung	0,523 „	0,705 „

In den meisten Fällen hält sich das Maximum des Säuregehaltes mehrere Tage auf gleicher Höhe, nimmt dann aber ab; nur bei recht langsam säuernden Milchsäurebakterien scheint sich der Säuregehalt auch recht lange auf seiner höchsten Höhe zu halten. Die Menge Säure, welche nötig ist, um die Gerinnung der Milch zu bewirken, ist nach den vorausgehenden Ausführungen je nach dem Gehalt an Casein und Phosphaten verschieden groß. Von Storch vorgenommene Untersuchungen ergeben eine Menge von 0,41—0,47 Proz., im Mittel 0,447 Proz.

Wie schon angedeutet, scheinen manche Milchsäurebakterien die von ihnen erzeugte **Milchsäure** zum Teil wieder **aufzuzehren**, wenn die Kultur älter wird. So fand E. Kayser (1) bei seinen vergleichenden

Untersuchungen über Milchsäurebakterien verschiedener Art und Herkunft, daß dies bei den aus Rahm gezüchteten Bakterien der Fall war. Eine solche Milchsäurebakterie, in peptonisierter, mit Milchzucker versetzter Malzwürze gezüchtet, hatte nach 11 Tagen einen Verlust an Milchsäure von 0,26 g pro Liter. Bei Milchsäurebakterien, welche zu- 5 gleich flüchtige Fettsäuren erzeugen, wird bei der Abnahme des Säuregrades die Milchsäure verzehrt, so daß eine Zunahme an flüchtiger Säure statthat. Auch R. Weiss (1) bestätigt bei einer Anzahl von Milchsäurebakterien ein Aufzehren von Milchsäure nach einiger Zeit, ebenso R. Aderhold (1) bei *Bacterium coli* Esch. 10

Von besonderem Interesse ist die Frage, ob die bei der Milchsäuregärung entstehende Milchsäure in ihrer Quantität dem Verlust an Milchzucker entspricht. Nach weit verbreiteter Annahme besteht die Milchsäuregärung nach der **Gärungsgleichung**

$$\underset{\text{Milchzucker}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O = \underset{\text{Milchsäure}}{4C_3H_6O_3}$$

ja nur in einer Hydratation und darauf folgenden Zerlegung des Milch- 15 zuckers, so daß man eine Uebereinstimmung nach dieser Richtung hin erwarten müßte. Nach G. Leichmann (2) ist das bei seinem *Bacterium lactis acidi* nahezu der Fall. Er fand bei einem Milchzuckerverlust von 0,65 Proz. in der Milch 0,67 Proz. Milchsäure, also 98,5 Proz. der berechneten Menge. Das gleiche haben Untersuchungen von H. Weig- 20 mann (2), ebenfalls mit *Bact. lactis acidi* vorgenommen, ergeben, deren Resultate in nachfolgender Tabelle zusammengestellt sind. Aehnliche

Milchzuckergehalt der Milch Proz.	Milchsäuremenge zu verschiedenen Zeiten nach der Gerinnung Proz.		Durch die Säuerung entstandener Milchzucker-Verlust Proz.	Die dem Milchzucker-Verlust entsprechende Menge Milchsäure Proz.	Gefundene Milchsäuremenge in Prozenten der berechneten Proz.
	gleich nach d. Gerinnung	0,634	0,56	0,590	92,2
4,54	2 Tage „ „ „	0,634	0,66	0,695	91,22
	6 Tage „ „ „	0,566	0,60	0,632	89,56
4,966	gleich nach d. Gerinnung	0,675	0,66	0,695	97,1
	12 Tage „ „ „	0,5795	0,56	0,590	98,13
4,946	3 Tage nach d. Gerinnung	0,6700	0,65	0,6844	97,89

Zahlen teilt V. Storch mit: der Milchzuckerverlust betrug bei zwei Versuchen durchschnittlich 0,656 Proz. und die Menge der Säure 0,635 gleich 92,03 Proz. der berechneten Menge. Auch E. Kayser (1) findet, 25 daß die Menge der Milchsäure dem Verlust an Zucker ziemlich gleichkommt. Eine Bakterie aus Sauerkraut bildete 93,8 bzw. 94,0 und 95,3 Proz. der theoretischen Menge Milchsäure bei der Gärung in der Tiefe. An der Oberfläche wurden allerdings nur 70,0 bzw. 60,9 und 62,1 Proz. gebildet. Bei einer Milchsäurebakterie aus Bier wurden 98,9 30 und 100 Proz. Säure gebildet, bei einer solchen aus Rahm dagegen wieder weniger, 80,6 Proz. in der Tiefe und 74,6 Proz. an der Oberfläche. A. Mayer (1) vermißt eine Deckung des Milchzuckerverlustes bei der Milchsäuregärung. Er erhielt 81,8 Proz. Milchsäure und 3,74 Proz. Essigsäure, der fehlende Rest konnte in keiner Form wiedergefunden werden. Dazu 35 ist aber zu bemerken, daß die Untersuchung leider nicht mit einer Reinkultur vorgenommen worden ist, und die Bildung von Essigsäure, sowie die für die Gärung benutzte Temperatur von 40° C deutet darauf hin,

daß es sich dabei um eine Milchsäurebakterienart handelt, die von der von LEICHMANN und WEIGMANN benutzten verschieden ist. Dasselbe ist wohl auch der Fall bei den Untersuchungen von P. HAACKE (1). Er fand, daß eine Varietät des HUEPPE'schen *Bacillus acidi lactici* bei völligem
5 Verbrauch des Milchzuckers nur ein Siebentel bis ein Sechstel, in einem Falle bis ein Drittel der Menge desselben an Milchsäure produziert. Daneben waren verhältnismäßig größere Mengen Alkohol (bis zu 0,9 Proz.) und Essigsäure (0,162 Proz.) entstanden. Ferner stellte R. WEISS (1) an einer Anzahl von Milchsäurebakterien fest, daß sie durch die Säure-
10 produktion den Zucker-(Dextrose-)Verbrauch nicht deckten.

Man wird KAYSER zustimmen müssen, wenn er als Grund für die nicht völlige, bzw. schlechte Uebereinstimmung zwischen Milchzuckerverbrauch und Milchsäureproduktion den schon erwähnten Umstand anführt, daß manche Milchsäurebakterien Milchsäure aufzehren. Je weniger
15 das der Fall, also je weniger die benutzte Bakterie fähig ist, Milchsäure zu verzehren, und je früher die Feststellung erfolgt, desto mehr wird der tatsächliche Milchsäuregehalt der Gärungsgleichung entsprechen. Neuerdings ist von O. JENSEN (1) gezeigt worden, daß dieser Verlust an Milchsäure in älteren Kulturen auch von einer Umwandlung der Milch-
20 säure in flüchtige Fettsäuren herrühren kann; Näheres darüber im nächsten Paragraphen.

Nach den vorstehend angeführten Beispielen scheint es, als ob die Milchsäurebakterien der Art *Bacterium lactis acidi* eine Gärung erregen, die der Gärungsgleichung sehr nahe kommt. Damit würden die im folgen-
25 den Paragraphen anzugebenden Beobachtungen bei der Umsetzung der Milch durch diese Art im Einklang stehen.

§ 17. Die Nebenprodukte der Milchsäuregärung.

Bei einem biologischen Vorgang wie die Gärung entstehen teils durch unvollständige, teils durch weiterschreitende Umsetzungen Nebenprodukte,
30 so daß man nie erwarten kann, daß er quantitativ, d. h. der Formelgleichung genau entsprechend, verlaufe. Die Art und Menge der Nebenprodukte hängt, abgesehen vom Einfluß gewisser, jede Gärung beeinflussender Faktoren, wie Temperatur usw., von der Art, ja sogar von der Varietät des Gärungserregers ab.

35 Nach Untersuchungen von H. WEIGMANN (2) und solchen von G. LEICHMANN (2) wird bei der Säuerung der Milch mit Reinkulturen derjenigen Milchsäurebakterien, welche man der Sammelart *Bacterium lactis acidi* oder — wie sie nach W. KRUSE (siehe 4. Kapitel) besser heißt — *Streptococcus lacticus* zurechnen muß, fast nur Milchsäure gebildet; auch
40 die Bildung von Gasen unterbleibt. Nur Spuren von Alkohol und Aldehyden ließen sich bisher als Nebenprodukte nachweisen; daß aber auch flüchtige Säuren, wenn auch nur spurenweise, entstehen, muß aus der Bildung von Obstestern geschlossen werden. Der letztere Umstand ist zugleich auch ein Beweis für die Bildung von Alkohol, welche LEICH-
45 MANN (4) für manche Fälle und wohl auch mit Recht in Zweifel zieht, wenn er darauf hinweist, daß die Jodoformreaktion in dem Destillat der Milch für den Nachweis von Alkohol und ähnlichen Körpern nicht genüge, weil auch frische Milch immer solche, die Jodoformreaktion gebende Produkte bei der Destillation entstehen lasse. CHR. BARTHEL (1) hat die
50 Bildung von sehr geringen Mengen Essigsäure beim Wachstum des *Bact.*

lactis acidi LEICHMANN nachgewiesen. Er fand etwa 0,008 Proz. Essigsäure, wenn er die Gerinnung der Milch unter Kohlensäure-Atmosphäre vor sich gehen ließ, dagegen 0,011—0,012 Proz., wenn er Luft in das Gärgefäß einleitete. Der letztere Umstand macht es fraglich, ob nicht in diesem Falle der Gehalt an Essigsäure der Oxydation von Alkohol 5 zu verdanken ist. Die Untersuchungen KAYSER's mit einer größeren Anzahl von Milchsäurebakterien sowohl des Molkerei-, wie des Brauerei- und Brennereigewerbes, allerdings nicht in Milch sondern in anderen Nährmedien angestellt, ergaben die Bildung geringer Mengen flüchtiger Fettsäuren. 10

Bei den Milchsäurebakterien, welche man nach den neueren Forschungen zu der Gruppe der *Aerogenes*-Bakterien rechnen muß, wird man entsprechend ihrer Verwandtschaft Zersetzungsprodukte erwarten dürfen, wie man sie beim Wachstum dieser in Milch findet. Von ihnen ist, wie wir im 6. Kapitel sehen werden, bekannt, daß sie 15 Milchzucker unter Bildung von Essigsäure und Bernsteinsäure, wenig Milchsäure, Ameisensäure und Alkohol, sowie Wasserstoff und Kohlensäure zersetzen. Die Menge der Essigsäure überwiegt so, daß BAGINSKY das *Bacterium lactis aerogenes* als *Bacillus aceticus* bezeichnen wollte.

Spontan gesäuerte Milch wird, da ihre Säuerung nicht bloß dem 20 *Bact. lactis acidi* sondern auch dem zur Gruppe der *Aerogenes*-Bakterien gehörenden *Bacillus acidi lactici* HUEPPE zu verdanken ist, gewisse Mengen von den erwähnten Umsetzungsprodukten dieser letzteren Gruppe enthalten. In der Tat konnte auch von F. BLUMENTHAL (1) nachgewiesen werden, daß spontan gesäuerte Milch des öfteren Bernsteinsäure enthält: bei der 25 Untersuchung von zwölf Proben fand er sechs solche mit reiner Bernsteinsäure (ohne Milchsäure), vier solche mit Bernsteinsäure und Milchsäure und nur eine mit reiner Milchsäure. Auch Y. KOZAI (2) konnte konstatieren, daß Bernsteinsäure in spontan gesäuerter Milch, wenn auch nur in geringer Menge so doch häufig auftritt, und er stellte gleichzeitig 30 fest, daß die Häufigkeit dieses Vorkommens mit dem Säuern der Milch bei höherer Temperatur zunimmt. Ferner fand KOZAI auch noch die anderen Bestandteile der Milchzuckerumsetzung durch die Milchsäurebakterien der *Aerogenes*-Gruppe in der spontan gesäuerten Milch, nämlich Essigsäure und Alkohol, sehr häufig vor, so lange sie noch unzersetzt 35 war. (In stark zersetzter Milch war nicht nur der Milchzucker sondern auch die Milchsäure völlig verschwunden, dafür aber waren außer den genannten Produkten solche der Eiweißzersetzung aufgetreten.) Die Gegenwart dieser Produkte erklärt sich nach KOZAI ebenfalls durch die Mitwirkung einer der *Aerogenes*-Gruppe sehr nahestehenden Milchsäure- 40 bakterie, des *Bacillus acidi laevolactici* KOZAI, der in Reinkultur in Milch neben der in der Hauptsache gebildeten Linksmilchsäure die schon erwähnten Produkte erzeugt. Ferner finden sich dann noch in der spontan gesäuerten Milch die Gase Wasserstoff und Kohlensäure vor, die ja ebenfalls von den Milchsäurebakterien der *Aerogenes*-Gruppe gebildet werden. 45

Während nun die Untersuchungen WEIGMANN's wie auch die LEICHMANN's über die eventuellen Nebenprodukte bei der Milchsäuregärung mit dem *Bacterium lactis acidi* in Milch ohne Neutralisierung der entstandenen Säure ausgeführt worden sind, hat in allerletzter Zeit O. JENSEN (1) solche Untersuchungen unter Abstumpfung der Säure mit 50 kohlensaurem Kalk vorgenommen und die Bildung einer etwas größeren Menge flüchtiger Fettsäuren bei dieser nahezu völligen Verarbeitung des Milchzuckers konstatiert. So findet er, daß bei einer drei Monate

alten Kultur 1.2 Proz. und bei einer neun Monate alten 2.6 Proz. des Milchzuckers in **flüchtige Fettsäuren** umgewandelt werden, und zwar bestehen die Säuren in der Hauptsache aus Essigsäure und in geringer Menge aus Propionsäure und Ameisensäure. Eine andere, durch 5 von Freudenreich im Emmentalerkäse regelmäßig gefundene Milchsäurebakterie, der *Bacillus casei α*, bildet noch etwas größere Mengen flüchtiger Fettsäuren, wenn der Milchzucker ganz vergärt: nach einem Monat sind 3.9 Proz., nach neun Monaten 5.8 Proz. des ursprünglich vorhandenen Milchzuckers in solche Säuren umgewandelt; der Rest ist Milchsäure 10 und zwar Rechtsmilchsäure (s. § 18). Die bedeutende Zunahme der Menge der flüchtigen Fettsäuren mit dem Alter der Kultur läßt vermuten, daß sie ihre Entstehung nicht allein dem Milchzucker verdanken. Und in der Tat vermag der *Bac. casei α* Milchsäure und Bernsteinsäure in etwas. Glycerin in nicht geringer Menge weiter umzusetzen. Die 15 flüchtigen Säuren bestehen wieder in der Hauptsache aus Essigsäure, in geringer Menge aus Propion- und Ameisensäure. Der *Bacillus casei ε*, ein langes Stäbchen, bildet weniger flüchtige Fettsäuren aus dem Milchzucker, etwa in der Menge von 3.5 Proz. desselben, und die Menge nimmt auch mit dem Alter der Kultur nicht zu, da der *Bacillus casei ε* die 20 Milchsäure nicht umzusetzen vermag. Bei diesem Bazillus besteht auch noch der Unterschied, daß die Menge der Propionsäure etwas größer ist als beim *Bac. casei α*.

Bac. casei γ und *Bac. casei δ* erzeugen wieder größere Mengen flüchtiger Säuren als *Bac. casei α*: 5,8 bzw. 9,2 Proz. des Milchzuckers 25 in drei Monaten. Das Hauptprodukt ist ebenfalls Essigsäure, dann aber auch viel Bernsteinsäure, verhältnismäßig viel Propionsäure, geringe Mengen Ameisensäure, bei *Bac. casei γ* etwas Alkohol. Diese beiden Bakterien bilden auch Gas; sie gehören offenbar der Gruppe der *Aerogenes*-Bakterien an.

30 Außer dem Milchzucker können aber auch noch den Eiweißstoffen der Milch eventuell Nebenprodukte zu verdanken sein, indem die Milchsäurebakterien entweder als solche oder mit Hilfe von abgeschiedenen Enzymen namentlich das Casein zersetzen. Ueber die Frage, ob die Milchsäurebakterien dazu imstande sind, und wie sie sich den Eiweiß- 35 stoffen gegenüber verhalten, sei auf das 5. Kapitel verwiesen.

§ 18. Die Stereoisomerie der Milchsäuren.

Ein weiteres interessantes Ergebnis der Forschungen über die Milchsäuregärung und ihre Erreger liegt in dem Nachweis, daß das physikalische Verhalten der von den verschiedenen Milchsäurebakterien 40 erzeugten Säure ein verschiedenes sein kann. Man kannte früher eine im Muskelfleisch in geringer Menge auftretende Milchsäure, die sog. Fleischmilchsäure, auch Paramilchsäure genannt,und die gewöhnliche oder Gärungsmilchsäure, die in der sauren Milch und anderen sauer gewordenen Produkten auftritt. Von der ersteren wußte man, daß sie das polarisierte 45 Licht rechts dreht; die letztere war nur in einer Form bekannt, welche ohne Einfluß auf das polarisierte Licht ist, der optisch inaktiven Modifikation. Die durch Gärung entstandene Milchsäure kannte man also früher nur in dieser letzterwähnten Modifikation; jetzt ist uns bekannt, daß auch die erstere, das polarisierte Licht rechtsdrehende, wie auch 50 eine weitere, das Licht links drehende Modifikation durch Gärung ent-

stehen können. Im Jahre 1889 entdeckten M. Nencki und N. Sieber (1), daß eine von ihnen aus rauschbrandkranken Tieren gezüchtete anaerobe Bakterie die Eigenschaft besitzt, in zuckerhaltigen Nährmedien die früher allgemein als Fleischmilchsäure bekannte rechtsdrehende Modifikation zu bilden. Sie nannten den Organismus daher *Micrococcus acidi paralactici*. Andererseits gelang es im darauffolgenden Jahre Fr. Schardinger (1) durch Gärung in einer Rohrzucker und anorganische Salze enthaltenden Lösung mittelst einer im Brunnenwasser einer ungarischen Militärstation gefundenen Bakterie Linksmilchsäure darzustellen. Diese von Schardinger als *Bacillus acidi laevolactici* bezeichnete Bakterie erzeugt in 3-proz. Rohrzuckerlösung außer Milchsäure Gas, das aus Kohlensäure und einem anderen farb- und geruchlosen mit blauer Flamme brennenden Gas bestand, ferner Aethylalkohol. Als Schardinger Salzlösungen von seiner Milchsäure mit solchen von Rechtsmilchsäure zusammenfügte und etwas erwärmte, erhielt er Salze der inaktiven Gärungsmilchsäure. Es war also die Entdeckung gemacht worden, daß die gewöhnliche inaktive Milchsäure aus zwei optisch aktiven Säuren besteht, und daß es außer der bereits bekannten Rechtsmilchsäure auch eine Linksmilchsäure gibt; später gelang es (s. Bd. I, S. 430), die Gärungsmilchsäure mittels Strychnin in ihre optisch aktiven Komponenten zu trennen.

Die Erklärung für diese Erscheinungen ist durch van't Hoff's Lehre vom sogen. **asymmetrischen Kohlenstoffatom** in den optisch aktiven Körpern gegeben. Unter asymmetrischem Kohlenstoff versteht man ein Atom Kohlenstoff, welches mit vier untereinander verschiedenen Elementen oder Atomgruppen oder Radikalen verbunden ist. Denkt man sich das Kohlenstoffatom in die Mitte eines Tetraeders und die vier Radikale in die Ecken desselben, so wird infolge der ungleichen Anziehung jedes der Radikale in einem ungleichen Abstand vom Kohlenstoffatom stehen und daraus ein irreguläres Tetraeder entstehen. Für die Milchsäure würde die Gruppierung die folgende sein:

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ CH_3 - C - OH \\ | \\ COOH. \end{array}$$

Von dem Standpunkte eines der Radikale, etwa H, aus gelangt man dann zu einer anderen Gruppierung der Radikale, je nachdem man rechts oder links herumgeht, und die eine ist das Spiegelbild der anderen. Man erhält auf diese Weise zwei Modifikationen einer Verbindung von gleicher chemischer Zusammensetzung, gleicher Strukturformel, jedoch von verschiedenem physikalischen Verhalten. Man nennt solche Körper stereoisomer. Von der Milchsäure wird es somit zwei stereoisomere Modifikationen geben: eine solche, welche das polarisierte Licht rechts, und eine solche, welche dasselbe links dreht, die Rechts- und die Linksmilchsäure. Eine Vereinigung der beiden verschiedenen Gruppierungen muß selbstverständlich zu einer Aufhebung der Eigentümlichkeiten derselben führen, d. h. es muß aus der Vereinigung von zwei optisch sich entgegengesetzt verhaltenden Körpern ein optisch indifferenter Körper entstehen. Man nennt deshalb die beiden stereoisomeren Milchsäuren, welche das polarisierte Licht rechts bzw. links drehen, optisch aktiv

und die aus der Vereinigung beider resultierende, optisch indifferente Milchsäure die **inaktive** oder **racemische** Verbindung.

Zwischen den beiden stereoisomeren aktiven Milchsäuren und der optisch inaktiven Milchsäure besteht noch ein Unterschied, der ihre Unterscheidung bei der chemischen Untersuchung sehr erleichtert. Es nehmen nämlich die **Zinksalze** der beiden aktiven Säuren bei der Kristallisation nur zwei Moleküle (= 12.9 Proz. der Substanz) Wasser auf, sie haben die Formel $Zn(C_3H_5O_3)_2 + 2H_2O$, während die Kristalle der inaktiven Säure drei Moleküle Kristallwasser (= 18.18 Proz. der Substanz) enthalten und die Formel $Zn(C_3H_5O_3)_2 + 3H_2O$ haben. Man braucht deshalb, um festzustellen, mit welcher Modifikation der Milchsäure man es zu tun hat, nur die Säure (gewöhnlich Aetherrückstand, der dann mit Wasser aufgenommen wird) mit Zinkkarbonat zu neutralisieren und zu erwärmen, das in Lösung befindliche Zinklactat zur Kristallisation einzudampfen und in den trockenen Kristallen das Kristallwasser zu bestimmen. Je nachdem dieselben 12.9 oder 18.18 Proz. Wasser enthalten, hat man aktive oder inaktive Milchsäure vor sich. Das Drehungsvermögen der mittels Schwefelwasserstoff wieder abgeschiedenen, in Wasser gelösten Milchsäure entscheidet dann über die Frage, ob Rechts- oder Linksmilchsäure vorliegt.

Die Beobachtungen von Nencki und Sieber einerseits und von Schardinger andererseits gaben Anregung, die durch einen Organismus erzeugte Milchsäure auf ihr optisches Verhalten zu prüfen, weil dieses Verhalten unter Umständen ein Hilfsmittel zur Identifizierung der Bakterien sein konnte.

Es waren zuerst C. Günther und H. Thierfelder (1), welche darauf aufmerksam machten, daß die **spontan gesäuerte Milch** häufiger die inaktive, racemische Form der Milchsäure enthält, während die aus ihr herausgezüchteten Milchsäurebakterienstämme in steriler Milch immer nur die Rechtsmilchsäure bilden. Bei der Untersuchung von 17 Proben Milch aus 11 Berliner Verkaufsstellen fanden sie nach der spotanen Säuerung und Gerinnung in 9 die inaktive Milchsäure, in 6 ein Gemisch von inaktiver und Rechtsmilchsäure und in 2 Proben Rechtsmilchsäure allein. Die von ihnen aus der geronnenen Milch gezüchteten 14 Stämme von Milchsäurebakterien gehörten alle nur einer Art an und bildeten in steriler Milch nur Rechtsmilchsäure. Leichmann (2) versuchte, diesen Widerspruch aufzuklären, indem er die in spontan geronnener Milch auftretenden Milchsäurebakterien nochmals einem genaueren Studium unterwarf. Er fand zunächst in Milch, welche bei höherer Temperatur (44—52° C) gesäuert und geronnen war, neben einem Rechtsmilchsäure bildenden *Micrococcus lactis acidi* einen Linksmilchsäure erzeugenden *Bacillus lactis acidi* und konnte so die Bildung der auch bei höherer Temperatur in saurer Milch sich vorfindenden inaktiven Milchsäure erklären. Diese Erklärung des Vorganges gilt aber selbstverständlich nur für die Säuerung der Milch bei höherer Temperatur und gibt noch keinen Aufschluß über den erwähnten Widerspruch, daß bei der Milchgerinnung in gewöhnlicher Temperatur durchweg inaktive Milchsäure gebildet wird, während die aus solcher Milch gezüchteten Milchsäurebakterien Rechtsmilchsäure entstehen lassen. Leichmann (1) fand nun aber auch beim normalen, bei Zimmertemperatur verlaufenden Säuerungsvorgang, einen Linksmilchsäure bildenden Organismus, den *Micrococcus acidi laevolactici*. Eingehender noch hat sich Y. Kozai (1) mit der Frage beschäftigt. Er findet, daß bei der spontanen Milchgerinnung nicht

meist inaktive Milchsäure gebildet wird, wie Günther und Thierfelder behaupten, sondern viel häufiger Rechtsmilchsäure; unter 7 spontan geronnenen Milchproben enthielten 4 nur reine Rechtsmilchsäure und 3 neben dieser noch inaktive Säure. Da Kozai ebenfalls konstatiert, daß bei der spontanen Milchgerinnung die Bildung der Linksmilchsäure vor 5 allem durch eine höhere Temperatur gefördert wird, so denkt er sich das nach seinen Feststellungen seltenere Auftreten von inaktiver Milchsäure bei diesem Vorgang auch von dem Vorhandensein einer etwas höheren Temperatur abhängig. Die Linksmilchsäure bildenden Bakterien würden erst dann mit ihrer physiologischen Eigenschaft hervortreten, 10 wenn die Milchgerinnung bei etwas höherer Temperatur sich abspielt, während für gewöhnlich Rechtsmilchsäure gebildet wird.

Der hauptsächlichste Erreger der spontanen Milchsäuregärung ist auch nach Kozai (1) das von Leichmann und von Weigmann in allen Milchproben gefundene *Bacterium lactis acidi* und nicht der Hueppe'sche 15 *Bac. acidi lactici*. Kozai will den ersteren, weil er Rechtsmilchsäure bildet, *Bac. acidi paralactici* genannt wissen. Neben diesem sind in der Milch häufig und kommen erst bei etwas höherer Temperatur zur Wirkung ein von Kozai gefundener *Bac. acidi laevolactici Halensis*, welcher Linksmilchsäure, und ein *Micrococcus acidi paralactici liquefaciens Halensis*, 20 welcher wieder Rechtsmilchsäure erzeugt.

Bei einer Wiederholung ihrer Untersuchungen bestätigen später zwar auch Günther und Thierfelder (2), daß die Form der in spontan säuernder Milch auftretenden Milchsäure häufiger die Rechtsmilchsäure ist, es gelingt ihnen aber nicht, solche Milchsäurebakterien zu finden, 25 welche reichlich Linksmilchsäure erzeugen. Es war im Gegenteil immer nur die eine, Rechtsmilchsäure erzeugende Bakterie vorhanden. Andererseits werden von R. Thiele (1) die Resultate Kozai's vollauf bestätigt: bei Zimmerwärme wird namentlich Rechtsmilchsäure gebildet, und dementsprechend enthält die spontan gesäuerte Milch hauptsächlich den 30 *Bac. acidi paralactici*, während bei Bruttemperatur (ca. 37 ° C) inaktive Milchsäure gebildet wird, die bei längerem Stehen sogar in Linksmilchsäure übergeht. Solche bei Bruttemperatur gesäuerte Milch enthält auch vorherrschend den Kozai'schen Linksmilchsäurebazillus. Leichmann (3) nun findet seinerseits eine Erklärung des Vorganges darin, daß der von ihm 35 in spontan geronnener Milch namentlich in den oberen Schichten gefundene *Bac. lact. aerogenes* Linksmilchsäure bildet und in demselben Sinne entscheidet auch eine weitere Arbeit Kozai's (2), durch welche dieser seine früheren Resultate namentlich auch betreffs des Auftretens dreier verschiedener Milchsäurebakterien bestätigt fand, und durch welche 40 er zu der Ansicht gelangt, daß sein *Bac. acidi laevolactici* zu der Gruppe der *Aerogenes*-Bakterien gehört. Die früher konstatierte Färbbarkeit nach Gram bei ersterer Bakterie konnte nach neueren Prüfungen nicht mehr bei allen Stämmen festgestellt werden, so daß man eher von einer färbbaren Abart des unfärbbaren und demnach auch darin mit den 45 Eigenschaften der *Aerogenes*-Bakterien übereinstimmenden *Bac. acidi laevolactici* sprechen kann.

Die Resultate der Untersuchungen von Kozai und von Thiele werden nun neuerdings von Utz (1) teilweise wieder in Frage gestellt. Utz findet wohl auch, daß die in der spontan gesäuerten Milch ent- 50 standene Milchsäure entweder nur Rechtsmilchsäure, oder inaktive Säure oder ein Gemisch von beiden ist, er kann aber nicht finden, daß neben inaktiver Säure auch Linksmilchsäure auftritt und daß die Temperatur

einen Einfluß zugunsten der einen oder anderen sterischen Form ausübt. Die in der spontan gesäuerten Milch auftretenden Milchsäurebakterien sind nach UTZ zweierlei Art: in vorwiegendem Maße das *Bacterium lactis acidi* LEICHMANN — wozu übrigens UTZ auch den *Bac. acidi lactici* HUEPPE rechnet (siehe nächstes Kapitel) — sowie ein weniger häufig auftretender, Linksmilchsäure bildender Bazillus, der mit dem von J. CLAUSS beschriebenen „Fächerbazillus“, sowie mit dem KOZAI'schen Linksmilchsäure-Bazillus und vielleicht auch mit dem SCHARDINGER'schen *Bac. acidi laevolactici* identisch ist.

Es sind also bei der gewöhnlichen Milchgerinnung Milchsäurebakterien tätig, welche verschiedene Milchsäuren erzeugen, und dieser Vorgang stellt sich nach den obigen Forschungen so dar, daß bei der auch im Meiereibetriebe vorherrschend benützten gewöhnlichen Lufttemperatur, das *Bact. lactis acidi* (= *Bact. Güntheri* LEHMANN und NEUMANN = *Bac. acidi paralactici* KOZAI, nach der neueren Benennung der *Streptococcus lacticus* KRUSE) zum weitaus überwiegenden Organismus wird und sein Gärungsprodukt, die Rechtsmilchsäure, in reichlichster Menge auftritt. Je nach den gegebenen Verhältnissen werden außer diesem hauptsächlichsten Vertreter der Milchsäurebakterien noch andere solche vorhanden sein, unter welchen wieder die der *Aerogenes*-Gruppe angehörigen, Linksmilchsäure bildenden am meisten vertreten sein werden. Die Lösung der Frage, ob diese neben dem *Bact. lactis acidi* um so mehr zur Entwicklung und zur Wirkung kommen, je mehr sich die Temperatur von der gewöhnlichen Lufttemperatur nach oben hin entfernt, dürfte weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Nach den vorstehenden Untersuchungen darf es als ausgemacht gelten, daß bei der Vergärung des Milchzuckers in der Milch die Modifikation der Milchsäure von der **Art des Säureerregers** abhängt. Dieser Satz scheint nicht nur für Milch sondern in ganz allgemeiner Form Geltung zu haben, wenngleich die Art des Gärmaterials ebenfalls nicht ohne Einfluß ist. Die näheren Bedingungen über die Bildung der stereoisomeren Milchsäuren, ihre Abhängigkeit von der Art des Organismus und der Natur des Zuckers, aus dem sie gebildet werden, sind nämlich auch sonst noch der Gegenstand eifriger Studien gewesen. A. PÉRÉ (1), welcher besonders die durch die *Coli*-Bakterien erzeugten Umsetzungen studierte, glaubte aus früheren Untersuchungen entnehmen zu müssen, daß der Nährgehalt des Mediums entscheidend sei für die sterische Form der Milchsäure, indem Ammoniumsalze als Stickstoffquelle zur Erzeugung von Linksmilchsäure Veranlassung gaben, während Pepton je nach der Art der Bakterie Rechts- oder Linksmilchsäure entstehen ließ. Die Art und Natur des Zuckers hat nach PÉRÉ keinen Einfluß, indem alle Zuckerarten, einerlei welchen Molekulargewichtes, welcher Struktur, welchen optischen Verhaltens sie seien, je nach der Art der vergärenden Bakterie und je nach den Gärungsbedingungen Rechts- oder Linksmilchsäure oder durch Kompensation auch inaktive Säure bilden können. So vermag eine Varietät des *Bacterium coli*, welche auf Glucose Rechts- und auf Lävulose inaktive Milchsäure bildet, auf letzterer Rechtsmilchsäure zu bilden, wenn sie als Stickstoffquelle Ammoniak erhält; die Bakterie scheint dann von der inaktiven Milchsäure die Linksmilchsäure zu zerstören. E. KAYSER konstatiert eine völlige Regellosigkeit im Verhalten von Gärungserreger und Gärmaterial zueinander. Ein Organismus gibt mit allen Zuckerarten Rechts-, ein anderer Links- und ein dritter inaktive Milchsäure, und wieder andere Organismen erzeugen verschiedene Arten Milchsäure je

nach dem Nährboden. Ferner gibt derselbe Organismus mit ein und derselben Zuckerart verschiedene Säuren, und andererseits bestehen Organismen, welche mit verschiedenen Zuckerarten dieselbe Säure bilden. Den Angaben Péré's schloß sich H. Pottevin (1) an: auch nach ihm ist die Konfiguration der Zuckerart ohne Einfluß auf die physikalischen Eigenschaften der Milchsäure.

Neuerdings jedoch findet Péré (2), daß ein und dieselbe Bakterie unter sonst gleichen Gärungsbedingungen aus verschiedenen Zuckerarten verschiedene Milchsäuren bilden kann. So gaben Mannose, Galactose, Invertzucker die inaktive Milchsäure, Dextrose und Saccharose Rechts- und Arabinose, Lactose und mehratomige Alkohole Links-Milchsäure. Péré nimmt daraufhin an, daß diejenigen Zuckerarten, welche schnell vergären, Rechtsmilchsäure, diejenigen, welche weniger rasch vergären, inaktive und diejenigen Zuckerarten, welche den meisten Widerstand leisten, Linksmilchsäure entstehen lassen. Im Zusammenschluß mit früheren Ergebnissen der Péré'schen Forschungen, denjenigen nämlich, wonach der Nährgehalt des Mediums von Einfluß auf die sterische Modifikation der Milchsäure ist und bei ungeeigneter Stickstoffquelle Linksmilchsäure gebildet wird, würde man dann zu dem Schlusse kommen müssen, daß das *Bact. coli* überall da, wo sich der Vergärung Hindernisse entgegenstellen, Linksmilchsäure bildet.

Für die Milchsäurebakterien würden dann nach Pottevin (1) die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen; denn dieser fand bei seinen, mit einer kräftigen Milchsäurebakterie vorgenommenen Untersuchungen, daß in allen Fällen, in denen die Gärung ungehindert vor sich ging, inaktive, im Verzögerungsfalle aber Rechtsmilchsäure gebildet werde.

Kozai (2) konnte entgegen Péré bei seinen Milchsäurebakterien, *Bac. acidi paralactici* und *Bac. acidi laevolactici*, eine Abhängigkeit des Charakters der Milchsäure von der Art und Menge der Stickstoffnahrung nicht beobachten. Namentlich für die letztere Bakterie blieb es gleich, ob die mit Nährsalzen versetzte Milchzuckerlösung Ammoniumsalze oder Asparagin oder Pepton als Stickstoffquelle enthielt; in jedem Falle wurde Linksmilchsäure gebildet. Das gleiche findet auch A. Harden (1): Glucose und Mannit vergären unabhängig davon, ob Asparaginsäure oder Pepton als Stickstoffquelle dient, in ganz gleicher Weise.

Nach diesen neueren Forschungen würde man also einen Einfluß auf die sterische Form der Milchsäure von seiten des Nährstoffgehaltes des Nährmediums als ausgeschlossen betrachten können. Jedenfalls scheint den hauptsächlichsten Einfluß die Art des Gärungserregers auszuüben.

Die Frage, welche Rolle die **Zuckerart** spielt, ist durch die erwähnten Untersuchungen nicht geklärt. Die neuen Untersuchungen von A. Harden scheinen aber auch nach dieser Richtung die gewünschte Aufklärung zu bringen, indem sie darauf hinführen, daß auch bei der Milchsäuregärung die Theorie E. Fischer's zur Geltung kommt, wonach eine Gärung nur dann zustande kommt, wenn Enzym und Gärungsmaterial nach ihrer Konfiguration zusammenpassen. Die Uebertragbarkeit dieser Theorie auf die Milchsäuregärung erscheint um so unbedenklicher, als (wie im 5. Kapitel gezeigt wird) das Vorhandensein eines besonderen, die Spaltung des Zuckermoleküls bewirkenden intracellularen oder Endoenzyms bei den Milchsäurebakterien nunmehr erwiesen ist. A. Harden findet zunächst in teilweiser Uebereinstimmung wie auch in teilweisem Gegensatz zu Péré, daß bei der Vergärung durch das *Bact. coli* aus d-Glucose,

d-Fructose, l-Arabinose und d-Galactose hauptsächlich Linksmilchsäure neben inaktiver Milchsäure (95—75 Proz. Linksmilchsäure und 5—25 Proz. inaktive Milchsäure) entsteht. Mannit liefert nur Linksmilchsäure. Neben Milchsäure, welche stets beträchtlich weniger ausmacht, als der Hälfte des Zuckers entspricht, entstehen Alkohol, Essigsäure, Bernsteinsäure und Ameisensäure, sowie Wasserstoff und Kohlensäure (letztere zu 12 bis 18 Proz. des Zuckers). Bei der Glucose entspricht die Umsetzung nahezu der Formelgleichung

$$\underset{\text{Glucose}}{2C_6H_{12}O_6} + H_2O = \underset{\text{Milchsäure}}{2C_3H_6O_3} + \underset{\text{Essigsäure}}{C_2H_4O_2} + \underset{\text{Alkohol}}{C_2H_5OH} + 2CO_2 + 2H_2.$$

Bei Mannit entsteht eine größere Menge Alkohol, was sich nach HARDEN aus dem Vorhandensein von zwei Gruppen CH_2OH — CHOH im Mannit-Molekül erklärt. Diese Gruppe hält HARDEN für diejenige, aus welcher Alkohol entsteht; sie ist in der Glucose nur einmal, im Mannit dagegen zweimal vertreten. Glycerin, CH_2OH — CHOH — CH_2OH, liefert die Hälfte seines Gewichtes an Alkohol. Während Ameisensäure weiter gespalten wird in Kohlensäure und Wasserstoff, wird Milchsäure nicht angegriffen, es entsteht also die aktive Säure wahrscheinlich nicht aus der Spaltung der inaktiven, sondern sie ist direktes Gärungsprodukt.

Die bei der Vergärung der Glucose durch *Bacterium coli* sich abspielenden Umsetzungen erklärt HARDEN durch folgendes Schema:

$$\begin{array}{lll}
CH_2OH & & \\
CHOH & CH_2OH & = C_2H_5OH + CO_2 + H_2 \\
CHOH & CHOH & \\
CHOH & CHOH & = \text{Milchsäure} + \text{Bernsteinsäure usw.} \\
CHOH & CHOH & \\
COH & CHOH & \\
 & COH & + H_2O = CH_3COOH + CO_2 + H_2.
\end{array}$$

Die in den mittleren CHOH-Gruppen bestehende Asymmetrie ändert sich bei der Gärung nicht, es würden aus je drei derselben aktive Milchsäuren entstehen. Die Umsetzung einer solchen Gruppe 3CHOH zu Milchsäure hängt jedoch davon ab, ob ihre Konfiguration derjenigen des Endoenzyms des Gärungserregers entspricht. Nach der Theorie E. FISCHER's bewirkt ein Enzym überhaupt nur dann Gärung, wenn die Konfiguration des Zuckermoleküls eine ähnliche ist wie die des Enzyms und so mögen bei der Umwandlung eines Anteils des Glucose-Moleküls in Milchsäure nur solche Anteile der Umwandlung unterliegen, welche sterisch zum Enzym passen wie Schloß und Schlüssel. Die sterische Form der Milchsäure hängt also schließlich doch von dem sterischen Bau des im Gärungserreger vorhandenen Enzyms und somit von diesem selbst ab. Dies ist zugleich mit der Konfiguration des Zuckers resp. eines Teiles seines Moleküls der Fall, doch kommt diese erst in zweiter Linie in Betracht, da der Zucker nur dann vergoren wird, wenn seine Konfiguration zu der des Enzyms paßt.

Eine andere Erklärung für das Auftreten verschiedener Modifikationen von Milchsäure bei spontanen Gärungen könnte noch darin gefunden werden, daß entweder den Milchsäurebakterien selbst oder anderen, bei der Milchsäuregärung gewöhnlich vorhandenen Bakterien oder Pilzen das Vermögen zukäme, die inaktive Milchsäure zu zersetzen, indem sie eine der beiden stereochemischen Modifikationen aufzehren. Daß die Spaltung racemischer chemischer Körper durch Pilze möglich ist, ist im § 91 des I. Bandes des näheren ausgeführt, auch ist dort schon gezeigt,

inwieweit die Eigenschaft gewisser Organismen, eine der Komponenten racemischer Körper in höherem Maße zu verbrauchen als die anderen, das Elektionsvermögen der Mikroorganismen, dazu benutzt werden kann, um eine der Komponenten darzustellen. Auch von den Milchsäurebakterien darf man annehmen, daß sie bei längerem Verweilen in dem 5 vergorenen Medium eine der stereoisomeren Säuren verzehren werden, und R. THIELE hat dies neuerdings vom *Bact. lactis acidi* LEICHMANN, das bekanntlich Rechtsmilchsäure erzeugt, nachgewiesen: es zerlegt unter Aufbrauch der Linksmilchsäure inaktive Säure in rechtsdrehende.

Es liegen aber andererseits Beweise dafür vor, welche die Ent- 10 stehung der optisch aktiven Milchsäuren bei der spontanen Milchgerinnung auf diesem Wege nicht sehr wahrscheinlich erscheinen lassen. Es hat nämlich KOZAI gefunden, daß die Symbiose seiner Milchsäurebakterien mit einer anderen, von ihm in der Milch sehr häufig und in großer Menge angetroffenen Milchbakterie auf die sterische Form der 15 Milchsäure ohne Einfluß war, und es hat ferner G. TROILI-PETERSSON dasselbe mit bezug auf das in älterer Milch nie fehlende *Oidium lactis* nachgewiesen.

Das Auftreten inaktiver Milchsäure bei der spontanen Milchsäuregärung ist demnach das Produkt des Zusammenwirkens von Rechts- 20 milchsäure und Linksmilchsäure bildenden Bakterien, und das noch häufigere Vorkommen von Rechtsmilchsäure allein oder in Mischung mit inaktiver Milchsäure bedeutet das überwiegende Vorhandensein der ersteren in Gestalt des gewöhnlich die Säuerung der Milch bewirkenden *Bacterium lactis acidi* LEICHMANN (= *Streptococcus lacticus* KRUSE). 25

Literatur

zum Kapitel Die Milchsäuregärung.

*Aderhold, R., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 511. *Baginsky, A., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1888, Bd. 12, S. 434. *Barthel, Chr., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 407. *Blumenthal, F., (1) Virchows Archiv, Bd. 137, S. 536 u. Bd. 146, S. 65. *Böhlendorff, (1) Cit. n. Hueppe (1). *Boutron-Charlard und Frémy, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1841, Bd. 12, S. 728. *Bugarsky und Liebermann, (1) Pflügers Archiv, 1898, Bd. 72, S. 51. *Butjagin, B., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 540. *Cheyne, W. W., (1) Antiseptic Surgery, 1882, S. 42. *Conrad, E., (1) Arch. f. Hyg., 1897, Bd. 29, S. 56. *Courant, Gg., (1) Pflügers Archiv, 1891, Bd. 50, S. 109. *Fokker, A. P., (1) Fortschr. d. Medizin, 1889, Bd. 7, Nr. 11; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 6, S. 293. *Freudenreich, E. von, (1) Ann. de microgr., 1889/1901, Bd. 2, S. 257. *Günther, C., und Thierfelder, H., (1) Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 25, S. 164. — (2) Hyg. Rundsch., 1900, Bd. 10, S. 769. *Haacke, P., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 42, S. 16. *Hammarsten, O., (1) Upsalas läkareforenings förhandlingar, 1872, Bd. 8, S. 63; ref. in Malys Jahresber. f. Tierchemie, 1872, Bd. 2, S. 118. *Harden, A., (1) Proceed. Chem. Soc., 1900, Bd. 17, S. 57; ref. in Chem. Centralbl., 1901, Bd. I, S. 1061. *Hempel, W., (1) Pflügers Archiv, 1894, Bd. 56, S. 558. *Henneberg, W., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1903, Bd. 26, S. 226. *van 'tHoff, J. H., (1) Die Lagerung der Atome im Raum, Braunschweig 1877. *Hueppe, Ferd., (1) Mitt. Kais. Ges.-Amt, 1884, Bd. 2, S. 309. — (2) Dtsch. med. Wochenschr., 1884, Bd. 10; cit. n. H. Scholl, Die Milch etc., Wiesbaden 1891. *Jensen, O., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1904, Bd. 18, S. 314. *Kapeller und Schmidt, Alex., (1) In Alex. Schmidt (1). *Kayser, E., (1) Ann. Pasteur, 1894, Bd. 8, S. 737. *Kozai, Y., (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 31, S. 337. — (2) Ebenda, 1901, Bd. 38, S. 386. *Lehmann, Jul., (1) Cit. n. Hempel (1). *Leichmann, Gg., (1) Milchztg., 1894, Bd. 23, S. 523. — (2) Ebenda, 1896, Bd. 25, S. 67. — (3) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 344. — (4) Ebenda, 1900, Bd. 6, S. 248, Anm. 2. — (5) Ebenda, 1896, Bd. 2, S. 777. *Lister, J., (1) Quarterly Journ. of Microsp. Science, 1878, Bd. 18, S. 977 und Transact. Patholog. Soc., London, 1878, Bd. 29. *Mayer, A., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1891, Bd. 14, S. 183. *Meißner, (1) Cit. n. Hueppe (1). *Nencki, M., und Sieber, N., (1) Monatsh. f. Chem. 1890 Bd. 11, S. 545. *Oppenheimer, C., (1) Centralbl.

f. Bakt., 1889, Bd. 6, S. 586. * **Panormoff,** (1) Journ. Russ. Phys.-Chem. Gesellsch., Bd. 31, S. 556. * **Pasteur,** L., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1857, Bd. 45, S. 913; 1858, Bd. 47, S. 224; 1859, Bd. 48, S. 337. — (2) Ueber die Asymmetrie bei natürlich vorkommenden organischen Verbindungen, 1860, deutsch von M. u. A. Ladenburg, Leipzig. * **Péré,** A., (1) Ann. Pasteur, 1893, Bd. 7, S. 737. — (2) Ebenda, 1898, Bd. 12, S. 63. * **Pfeiffer,** E., (1) Die Analyse der Milch. Wiesbaden 1887. * **Plaut,** H. C., (1) Arch. f. Hyg., 1891, Bd. 13, S. 233. * **Pottevin,** H., (1) Ann. Pasteur, 1898, Bd. 12, S. 49. * **Raudnitz,** R. W., (1) Die Bestandteile der Milch. Wiesbaden 1903. * **Richet,** Ch., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1879, Bd. 88, S. 750. * **Roberts,** W., (1) Philos. Transact. R. Soc. London, 1874, Bd. 164, II, S. 474. * **Rowlandson,** (1) Journ. R. Agric. Soc. of England, 1852, Bd. 13, S. 35. * **Schardinger,** F., (1) Monatsh. f. Chem., 1890, Bd. 11, S. 545. * **Scheele,** K. W., (1) Kgl. Vetenskaps Academiens nya Handlingar, 1782, Bd. 3, S. 120. * **Schmidt,** Alex., (1) Ein Beitrag zur Kenntnis der Milch. Dorpat 1874. * **Sjöquist,** (1) Skand. Arch. f. Phys., 1894, Bd. 5, S. 277. * **van Slyke,** J. J., und **Hart,** E. B., (1) New-York Agr. Exp. Stat. Geneva N. Y., 1902, Bull. Nr. 214. * **Söldner,** Fr., (1) Landw. Versuchsstationen, 1888, Bd. 35, S. 351. * **Soxhlet,** Fr., (1) Ber. üb. d. außerord. Wandervers. bayer. Landw., München 1884. * **Soxhlet,** Fr., und **Henkel,** Th., (1) Repert. d. analyt. Chem., 1887, Bd. 7, S. 61 und in Söldner (1). * **Storch,** V., (1) 18. Beretn. kgl. Veterin. Landbohojsk., Labor. f. landökon. Forsög., 1890. * **Thiele,** R., (1) Z. f. Hyg., 1904, Bd. 46, S. 394. * **Thörner,** W., (1) Chem.-Ztg., 1892, Bd. 16, S. 1469; Milchztg., 1893, Bd. 22, S. 58. * **Timpe,** H., (1) Arch. f. Hyg., 1893, Bd. 18, S. 1. * **Troili-Petersson,** Gerda, (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 32, S. 361. * **Utz,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 600. * **Wehmer,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 625. * **Weigmann,** H., (1) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 147. — (2) Jahresber. d. Versuchsstat. f. Molk. Kiel, 1890/1, S. 25, und 1891/2, S. 24. * **Weiss,** R., (1) Arb. a. d. bakt. Inst. d. techn. Hochsch. Karlsruhe, 1902, Bd. 2, S. 264.

(*Manuskript-Einlauf: 31. Jan. 1905.*)

4. Kapitel.

Morphologie der Milchsäurebakterien.

§ 19. Die älteren Beschreibungen von Milchsäurebakterien.

Die kurze geschichtliche Darstellung im § 14 des 3. Kapitels gibt bereits ein Bild von dem heutigen Stand unserer Kenntnis der Erreger der Milchsäuregärung. Im Nachfolgenden sind diese selbst nach den 5 Angaben der verschiedenen Forscher auf diesem Gebiete und in historischer Reihenfolge kurz beschrieben, und ferner sind die Bestrebungen zur Aufstellung eines Systems der Milchsäurebakterien der Milch geschildert.

Der Erste, welcher die Entstehung der Milchsäure einem besonderen 10 Organismus, dem „ferment lactique“, zuschrieb, war L. Pasteur (1). Er charakterisierte ihn als kleines, zum Teil Ketten bildendes, in der Mitte leicht eingeschnürtes Stäbchen. Noch bestimmter als Pasteur tritt Lister (1) für die Bildung der Milchsäure durch gewisse Mikroorganismen ein und gibt zum ersten Male eine etwas genauere Beschreibung des von 15 ihm *Bacterium lactis* bezeichneten Organismus. Dieser ist ein unbewegliches, meist zu zweien angeordnetes, ellipsoides Körperchen mit einer Querlinie, ohne Sporenbildung, welches, in sterilisierte Milch gebracht, diese unter Sauerwerden in eine weiße, gleichmäßig gelatinöse Masse verwandelt.

Die erste ausreichende Beschreibung einer Milchsäurebakterie nach 20 den Koch'schen Kulturmethoden verdanken wir F. Hueppe (1). Er fand in Milch der verschiedensten Abstammung immer die gleichen Formen, welche den Beschreibungen Lister's und Pasteur's ziemlich entsprachen,

und von denen er folgende Angaben macht: Gesäuerter Milch entnommen, erscheint der *Bacillus acidi lactici* Hueppe im Färbepräparat als kurzes dickes Stäbchen, welches anderthalbmal so lang als breit ist, im hängenden Tropfen als 1—1.7 μ langes und 0.3—0.4 μ dickes unbewegliches Stäbchen. Die ursprüngliche Annahme, daß die Bakterie Sporen bilde, ist von Hueppe selbst und seinen Schülern widerlegt worden. Die Kolonien wachsen innerhalb der Gelatine bis zur Größe eines kleinen Stecknadelkopfes; auf der Oberfläche nehmen sie die Gestalt von flachen, weißen, porzellanähnlichen, glänzenden Knöpfchen an, die bis zu Linsengröße heranwachsen können. Die Ränder dieser Oberflächenkolonien sind nur wenig gezackt, fast in glatter Kurve verlaufend. Im Stich wächst die Bakterie langsam, zuerst im Stichkanal als zarte weiße Knötchen, später auch auf der Oberfläche als grauweißer, trockener, breiartiger Belag (H. Scholl). Milch gerinnt durch die Bakterie innerhalb 15—24 Stunden zu einer gleichmäßig gelatinösen, homogenen Masse, welche nur hie und da durch ganz feine Spalten oder Lücken unterbrochen ist. Nach mehreren Tagen zieht sich die Masse mehr und mehr zusammen und läßt das Serum austreten.

Nach Hueppe hat G. Marpmann (1) folgende fünf Milchsäurebakterien aus Göttinger Marktmilch gezüchtet und beschrieben: 1. *Bacterium lactis acidi.* Kurze Stäbchen, oft zu zweien und mehreren aneinander gereiht, gut färbbar, keine Sporen; verflüssigt nicht. Bei Stubenwärme auf Gelatineplatten in 24 Stunden stecknadelkopfgroße, tröpfchenartige Kulturen von völlig durchsichtiger Farbe, welche bei längerem Stehen zu gallertartigen Massen zusammenfließen. In der Stichkultur schon nach 12 Stunden ein durchsichtiger gallertartiger Tropfen obenauf, der nur wenig in die Gelatine wächst. 2. *Bacillus lactis acidi.* Stäbchen, 2—5 mal so lang als breit, unbeweglich, ohne Sporenbildung. Wächst auf der Gelatine langsamer als die erstgenannte Art, nach 24 Stunden stecknadelkopfgroße Kolonien von milchweißer Farbe mit Wachsglanz. Verflüssigt nicht. 3. *Sphaerococcus lactis acidi.* Kleine ovale Kokken, zu zweien und mehreren, torulaartig zusammenhängend. Die größeren Kokken anderthalbmal so lang als breit; wenn zwei Kokken aneinander liegen, erhalten die Zellen das Ansehen eines Bakteriums. Unbeweglich. Porzellanweiße, denen der vorher genannten Bakterie ähnliche Kolonien. Im Strich vorzugsweise Oberflächenwachstum, im Stich nur geringes Wachstum. Nach ca. 6 Wochen nimmt die weiße Kolonie eine schwach gelbliche Farbe an. 4. *Micrococcus lactis acidi.* Große runde Kokken einzeln oder zu zweien, keine Ketten, unbeweglich. Nach 24 Stunden auf den Gelatineplatten schwach gelblichweiße Punkte ohne Glanz, nicht verflüssigend. Gelatinestich: rasenartiges Wachstum von gelblicher Farbe an der Oberfläche, der Rand dünn und durchscheinend. Die Kolonien wachsen sehr langsam. Diese Species ist von O. Appel (1) ziemlich häufig in aseptisch gewonnener Milch gefunden worden. Die Beschreibung wird von ihm in folgender Weise ergänzt: Auf Agar schleimige Auflagerung, das langsame Wachstum wird auch durch höhere Temperatur nicht beschleunigt; auf Kartoffeln nach 3 Tagen trübweiße Auflagerung. Starke Säuerung und Gerinnung in Milch. Bei 5 Minuten langem Erhitzen auf 70° C Abtötung. 5. *Bact. limbatum lactis acidi.* Kurze Stäbchen, ähnlich denen der ersten Art, doch etwas dicker, von einer Hülle umgeben, namentlich wenn auf Gelatine gewachsen, meist zu zweien. Unbeweglich, keine Sporen. Auf Gelatine nach 24 Stunden milchweiße glänzende Punkte, scharf berandet.

zusammenfließend, nicht verflüssigend. Impfstich wenig in die Tiefe wachsend, an der Oberfläche flache unregelmäßige Auflagerung von eiterartiger weißer Farbe.

Die Verschiedenheit dieser Bakterien unter sich und andrerseits 5 ihre Artkonstanz ist von MARPMANN besonders betont. Auch in ihrem Verhalten gegen Milch sind sie verschieden: Nr. 1 bewirkt erst nach 48 Stunden schwache Rötung der mit Lackmus versetzten Milch; diese wird nach 5 Tagen noch nicht koaguliert. Nr. 2 Milch nach 24 Stunden stark gerötet und geronnen. Nr. 3 nach 24 Stunden schwache Rötung 10 und beginnende Gerinnung. Nr. 4 nach 12 Stunden starke Rötung und nach 24 Stunden Gerinnung unter Entfärbung. Nr. 5 nach 24 Stunden ebenfalls Gerinnung und starke Säuerung. Nr. 3 und Nr. 4 geben porzellanartiges glattes Coagulum, Nr. 5 zusammengeballtes Casein. Die einzelnen Arten sind in Milchproben verschiedener Herkunft gefunden. In Nr. 1 15 wurde neben Milchsäure eine Spur Essigsäure gefunden, in Nr. 2—5 nicht; flüchtige Basen wurden nicht, dagegen Alkohol bei allen fünf Arten, aber nur in ganz geringer Menge, erhalten. Der von MARPMANN angegebene Befund von Pepton ist in Zweifel zu setzen, da der Nachweis nur mittelst der Biuret-Reaktion erfolgt ist. Keine der fünf Arten 20 erzeugte Gas.

Wie schon erwähnt, war durch die Angaben HUEPPE's die Meinung aufgekommen, daß es nur eine, die Säuerung und Gerinnung der Milch verursachende Milchsäurebakterie gäbe; indes hat HUEPPE (2) selbst, sowie sein Schüler G. GROTENFELT (1), noch einige weitere solche Bakterien 25 beschrieben: so den *Micrococcus lactis I* HUEPPE, den *Bac. acidi lactici I* und *II* und das *Bact. acidi lactis I* und *II* GROTENFELT. Man kann diese aber ohne weiteres als Varietäten des *Bac. acidi lactici* ansehen; verschieden davon sind *Micrococcus lactis II* HUEPPE, der in Gelatine graue Wolken bildet und sie allmählich breiartig verflüssigt, sowie 30 der *Streptococcus acidi lactici* GROTENFELT, der entschieden mit dem später beschriebenen *Bact. lactis acidi* LEICHMANN identisch ist.

Ferner hat L. ADAMETZ (1) unter den von ihm aus Emmentalerkäse gezüchteten Bakterien eine Milchsäurebakterie, *Bac. XIX*, gefunden und beschrieben: Stäbchen, dreimal so lang als dick (0,8—1,0 μ) mit abge- 35 stutzten Enden, unbeweglich, öfters kurze 4—6-gliedrige Scheinfäden. Auf Gelatine nach 5—6 Tagen äußerst kleine Pünktchen in der Tiefe, dunkelbraun und bei mikroskopischer Besichtigung von knolligem Bau. Oberflächenkolonien ebenfalls sehr klein, mikroskopisch mit dunkelbraunem, grobgekörntem Centrum und unregelmäßig begrenztem, hellbraunem, fein- 40 gekörntem Rande. Im Stich nur sehr geringes Wachstum, ohne Auflagerung, keine Verflüssigung. In Agar besseres Wachstum im Stich. In Milch homogenes Coagulum bei 35° C in 36—48 Stunden, bei 25° C erst nach 5 Tagen. Keine Peptonisierung.

Ebenfalls aus Emmentalerkäse stammen die von E. VON FREUDEN- 45 REICH (1—5) beschriebenen Milchsäurebakterien. Eine der häufigsten ist der *Bacillus casei* α. Dieser, früher als *Bacillus* α bezeichnet, hat nach der neuerdings von E. VON FREUDENREICH und J. THÖNI (1) gegebenen Beschreibung folgende Merkmale (s. *Fig. 1*). Stäbchen von 1,8—2,0 μ Länge und 0,2—0,4 μ Breite, meist in gegliederten Fäden von 3—5 μ 50 oder selbst von 15—20 μ Länge, beim Wachstum in Peptonmolken astförmig gekrümmte Fäden mit glänzenden Polkörnern an den Enden. Unbeweglich. Färbbar, auch nach GRAM. Fakultativ anaerob, daher in Stichkulturen kein Oberflächenwachstum. In gewöhnlicher Nährgelatine

kein Wachstum. Die Plattenkultur auf Peptonmolkengelatine ergibt sehr kleine, 0,5—0,75 mm große, weiße, rundliche, glattrandige Kolonien von feinkörniger Struktur. Auf Boekhout'scher Käsegelatine (s. d. 5. Kap.) erst nach 14 Tagen deutliches Wachstum. Auf Peptonmolkenagar bei 37 ° C dagegen schon nach 3 Tagen 1,5—2 mm große, runde, weißliche, hellglänzende, etwas gewölbte Oberflächenkolonien. Die Stichkulturen in den besseren zuckerhaltigen Nährböden bilden einen zusammenhängenden Stab, ohne Oberflächenkolonie, in Molkenagar kräftiger Stich. Die Strichkulturen zeigen auch auf den besseren Nährböden nur ganz mäßiges Wachstum dem Strich entlang. Auf Kartoffeln milchigweißer, schwacher Belag ohne Ausbreitung. Milch gerinnt am raschesten bei 42 ° C, und zwar innerhalb 26 Stunden, bei 20 ° C erst innerhalb 12 Tagen. Das Maximum der Säurebildung stellt sich in Milchzuckerpeptonbouillon am 45. Tage mit 0,55 Proz. und in Peptonmolken am 62. Tage mit 1,19 Proz. (auf Milchsäure berechnet) ein. Außer Milchzucker wird namentlich Traubenzucker in Säure umgewandelt, dann aber auch Maltose, Rohrzucker, Dextrin und Mannit.



Fig. 1. Bacillus casei α E. von Freudenreich. — Vergr. 1000.

Ein Vergleich mit *Bac. XIX* Adametz ergibt für diesen eine weit größere mikroskopische Form. Der *Bac. XIX* ist 0,8—1,0 μ breit und etwa 3 mal so lang. Die Tiefenkolonien von ihm sind braun und knollig, die des *Bac. casei α* hell und glatt. Vom Hueppe'schen *Bacillus acidi lactici* unterscheidet sich *Bac. casei α* dadurch, daß er mehr anaerob, ersterer nur aerob ist.

Der *Bacillus casei α*, wie auch die übrigen noch zu beschreibenden von Freudenreich'schen Milchsäurebakterien aus Käse, sind bisher in der Milch nicht gefunden worden.

Von *Bacillus casei β* gibt von Freudenreich nur an, daß er ein kurzer, nicht dicker Bazillus sei. Ebenso ist *Bacillus casei ι* nicht näher beschrieben; er soll dem *Bac. casei α* sehr ähnlich aber etwas größer sein.

Der *Bacillus casei γ* unterscheidet sich vom *Bac. casei α* vor allem dadurch, daß er größer und kräftiger ist. Er mißt 2,0—3,5 μ in der Länge und 0,7—1,0 μ in der Breite, die Enden sind abgerundet. Er kommt einzeln oder in Fäden vor, die bis zu 15 μ lang sind. Auf Käsegelatine wächst er nicht, bildet aber auf Peptonmolkengelatine weißlichgelbe, runde Kolonien von 0,75—1 mm Größe, die sich bei mikroskopischer Betrachtung als unregelmäßig gelappt erweisen. Auf Peptonmolkenagar bei 37 ° C nach 3 Tagen runde, 0,8—2,0 mm große, weiße, fettigglänzende Oberflächenkolonien, welche mikroskopisch verästelte Struktur und um das Centrum schwarze Punktatur zeigen. Die Stichkultur in guten Nährböden, namentlich in Molkenagar bei 30 ° C ist wie bei *Bac. casei α* ein kräftiger gleichmäßiger Strich. Die Strichkulturen sind kräftiger als bei letzterer Art, auf Peptonmolkenagar bei 30 ° C ein sich abhebender, kräftiger, bandartiger, weißer Belag. Auf Kartoffeln nur bei 35 ° C ein

kaum bemerkbares Wachstum. In den anaeroben Schüttelkulturen in Peptonmolkenagar oder in Milchzuckerpeptonagar bei 35° C tritt starke Gasbildung auf. Milch bringt *Bac. casei γ* bei 30° C nach 3 Tagen zur Gerinnung, und zwar unter Gasbildung; bei 35 und 42° C tritt die Gerinnung erst nach 12 Tagen ein. Das Säuremaximum wird in Peptonmolken wie in Milchzuckerbouillon am 38. Tage erreicht und steigt, auf Milchsäure berechnet, in ersterer auf 1,26 Proz., in letzterer auf 0,24 Proz.

Der *Bacillus casei δ* von Freudenreich ist ein langes dünnes Stäbchen (s. *Fig. 2*), aus der Peptonmolkengelatine-Stichkultur genommen 3,5—8 μ lang und 0,3—0,4 μ breit, in Peptonmolken gezüchtet 12—14 μ lang und 0,7—0,8 μ breit. Er bildet auf Agar bei 37° C bis zu 50 μ lange Fäden. Verhalten zur Färbung und zur Luft wie *Bac. casei α*. Auf den üblichen Nährböden schlechtes Wachstum. Auf Peptonmolkengelatine erst nach 11 Tagen Oberflächenkolonien von 0,5 mm Größe. Dieselben sind rundlich, grauweiß und zeigen mikroskopisch astförmige Ausläufer. Auf Agar bei 37° C nach 6 Tagen 0,5 mm große, rundliche, bläulich schimmernde Oberflächenkolonien, die sich unter dem Mikroskop als unregelmäßig rund, zuweilen astförmig verzweigt erweisen. Die Stichkultur nur in Molkenagar kräftiger, kein Oberflächenwachstum. Die Strichkultur auf Peptonmolkenagar ist ein schwacher, bandförmiger, blauweißlicher Belag. Die anaeroben Schüttelkulturen im gleichen Nährboden zeigen Gasbildung. Auf Kartoffeln auch bei 35° C kein Wachstum. Milch wird nur bei etwa 42° C und dann erst nach 19 Tagen zum Gerinnen gebracht. Die größte Säuremenge in Peptonmolken und Milchzuckerbouillon wird ebenfalls wie beim *Bac. casei γ* innerhalb 38 Tagen erreicht, in ersterer Nährlösung mit 0,51 Proz., in letzterer mit 0,089 Proz. Säure, als Milchsäure berechnet.



Fig. 2. *Bacillus casei δ* E. von Freudenreich. — Vergr. 1000.

Der *Bacillus casei ε* von Freudenreich ist ein ziemlich kräftiger und langer Bazillus (s. *Fig. 3*); er mißt 0,8—1 μ in der Breite und 2 μ und mehr in der Länge. Er bildet Fäden bis zu 40 μ Länge. Von den anderen von Freudenreich'schen Milchsäurebazillen unterscheidet er sich zunächst dadurch, daß er außer auf Käsegelatine auch auf Peptonmolkengelatine nicht wächst. Auf Peptonmolkenagar entstehen nach 3 Tagen bei 37° C 0,25—0,5 mm große Oberflächenkolonien von grauweißer Farbe. Die Tiefen-

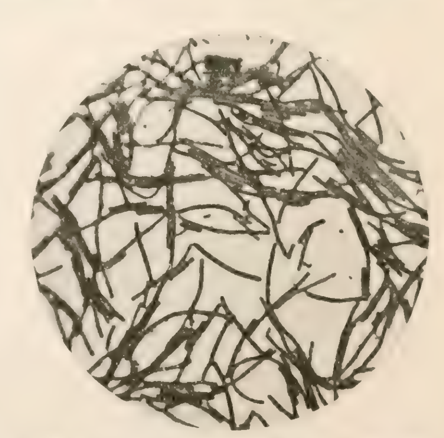


Fig. 3. *Bacillus casei ε* E. von Freudenreich. — Vergr. 1000.

kolonien sind wurzelartig verzweigt. Die Stichkulturen in Molkenagar perlschnurartig, ohne Oberflächenwachstum. Auch die Strichkulturen auf Agar punktförmig und spärlich. Auf Kartoffeln kein Wachstum. In den flüssigen Nährböden, Peptonmolken und Milchzuckerpeptonbouillon, kein so günstiges Wachstum wie bei den anderen Bakterien: in Milch langsam und nur bei höherer Temperatur Gerinnung. E. von Freudenreich unterscheidet bei dem *Bac. casei* ε zwei Varietäten. Die Oberflächenkolonien der Varietät *M* heben sich etwas besser heraus, das Wachstum in den flüssigen Nährböden scheint sein Optimum bei etwas höherer Temperatur zu haben als bei der Varietät *R*. Milch gerinnt mit Varietät *R* schon bei 35 ° C in 3 Tagen, mit Varietät *M* bei 35 ° C in 5 Tagen, bei 42 ° C in 2 Tagen. Bei Temperaturen unter 20 ° C keine Gerinnung. Die von den beiden Varietäten erzeugte Säuremenge ist besonders verschieden: Varietät *R* bildet in Peptonmolken in maximo nach 38 Tagen 1,06 Proz. und Varietät *M* nach 10 Tagen 0,22 Proz. Säure, als Milchsäure berechnet. Der *Bacillus casei* ε ist sehr empfindlich gegen Austrocknung.

Die von E. von Freudenreich früher als „ovaler Kokkus" bezeichnete Milchsäurebakterie ist identisch mit dem weiter unten beschriebenen *Bacterium lactis acidi* Leichmann, und der „verflüssigende Mikrokokkus" ist wahrscheinlich der gleiche Organismus wie der von R. Krueger (1) aus käsiger Butter isolierte *Micrococcus acidi lactis*. Dieser ist ein Kokkus von 1—1,5 μ, der häufig als Diplokokkus und Tetrade, nicht in Ketten auftritt; unbeweglich. Auf Gelatine vom 3. Tage an kleine, weiße, zuerst aufliegende, dann in der verflüssigten Gelatine untersinkende, runde Kolonien von zerfressenem Rande. Im Stich anfangs weißer, körniger Kanal, dann nach 3 Tagen trichterförmig, darauf starke Verflüssigung. Gelatine stark getrübt und runzelige Haut. Fakultativ anaerob. Milch bei 20—25 ° C nach 3 Tagen, bei 15 und 35 ° C nach 5 Tagen zu homogenem Coagulum geronnen, anfangs keine Peptonisierung, nach 14 Tagen käseartiger Geruch und schmierige Beschaffenheit des Coagulums sowie Nachweis von Pepton. Dieser *Microc. acidi lactis liquefaciens* Krueger ist von A. Mez auch in Wasser und von O. Appel (1) in aseptisch gewonnener Milch angetroffen und von letzterem noch etwas eingehender beschrieben worden; in manchen Angaben herrscht aber wenig Uebereinstimmung. So gibt Krueger als Optimaltemperatur für seinen Kokkus 20—22 ° C an, Appel dagegen 40—45 ° C. Nach Appel findet im Brutschrank noch nach 20 Tagen keine Auflösung des Milchcoagulums statt. Von dem Freudenreich'schen verflüssigenden Mikrokokkus hat O. Jensen (1) ermittelt, daß er sowohl Pepton wie auch Milchsäure zu flüchtigen Fettsäuren vergärt: aus Pepton werden Valeriansäure und Buttersäure sowie etwas Essigsäure und Ameisensäure, aus milchsaurem Kalk werden Essigsäure und Propionsäure gebildet.

Von den von A. P. Fokker (1) beschriebenen Milchsäurebakterien dürfte der eine mit dem ebengenannten *Microc. acidi lactis* Krueger übereinstimmen; er zeigt namentlich den gleichen Verlauf der Verflüssigung in Gelatine. Der andere hat mit dem *Bac. acidi lactici* Hueppe vieles gemeinsam, bildet aber scheinbar sehr viel mehr Gas.

V. Storch (1) hat in seiner vorzüglichen Arbeit über die Rahmsäuerung die Beschreibung mehrerer Milchsäurebakterien gegeben. Dieselben stimmen im großen und ganzen miteinander überein, haben aber immerhin einige Verschiedenheiten in ihren Merkmalen. Sie sind entweder einzeln oder zu zweien, bzw. zu kürzeren oder längeren

Ketten vereinigt, rundlich, etwas gestreckt, teilweise mit spitzen Enden versehen. Die Kolonien auf Gelatine sind klein und rund mit glatter Oberfläche, opalartig schimmernd, mehr oder weniger durchsichtig, teilweise allerdings auch weiß bis weißgelb (Nr. 6 und Nr. 8 bzw. Nr. 5). 5 Im Gelatinestich kein oder nur sehr schwaches Oberflächenwachstum. Milch gerinnt zu glattem Coagulum ohne Gasblasen. Der Geschmack der geronnenen Milch ist sehr verschieden. Die *Fig. 4* und *Fig. 5* stellen Formen der von Storch mit Nr. 5 und Nr. 8 bezeichneten Bakterien dar. Von dieser die Merkmale der Storch'schen Milchsäurebakterien zusammen-

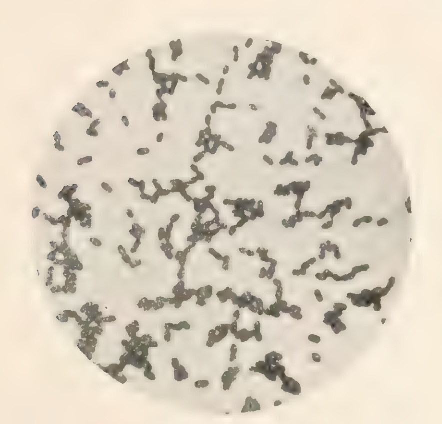


Fig. 4. Storch's Milchsäurebakterie Nr. 5. Vergr. 1186.

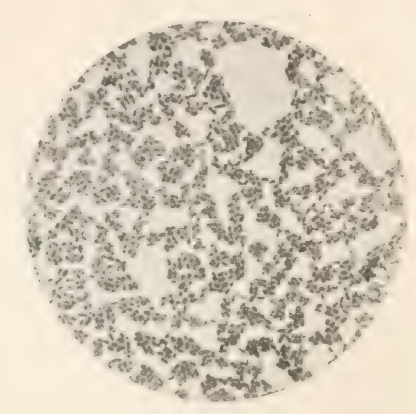


Fig. 5. Storch's Milchsäurebakterie Nr. 8. Vergr. 1186.

10 fassenden Beschreibung weichen zwei andere, die Nr. 7 und Nr. 18, ziemlich ab. Nr. 7 wächst häufig in ziemlich langen Ketten aus ovalen, kurzen, fast kugelrunden Zellen. Auf Gelatine kleine Kolonien von recht charakteristischem Aussehen, indem die Oberfläche uneben und ausgefranst erscheint. Auch die Stichkultur in Gelatine ist in ihrer ganzen 15 Länge mit feinen Härchen versehen. Die Säuerungsbakterie Nr. 18 ist ein, manchmal in sehr langen, bis zu 50 Zellen umfassenden Ketten auftretender Streptokokkus, dessen Einzelglieder 1,5—2,0 μ lang und 1,0 μ dick 20 sind (s. *Fig. 6*). Einzelne Zellen an verschiedenen Stellen erschienen sporentragend. Oszillierende Bewegung. Auf Gelatine kleine ovale oder eckige Kolonien mit glattem 25 Rand, weiß, undurchsichtig. Im Stich schwaches, an der Oberfläche kein Wachstum. Bei 20° C und darunter wird Milch nur langsam gesäuert, bei 28° C dagegen binnen 8—9 Stunden; 30 die Milch erhält dabei mild sauren, angenehmen Geschmack und vollen, an Butteraroma erinnernden Geruch. Storch spricht auch schon die Ansicht aus, daß es in der Natur eine



Fig. 6. Storch's Milchsäurebakterie Nr. 18. Vergr. 1186.

große Menge morphologisch wenig verschiedener oder besser gesagt mit unseren jetzigen Hilfsmitteln schlecht unterscheidbarer Milchsäurebakterien gäbe, welche aber in gärungstechnischer Hinsicht sich reichlich gut unterschieden.

§ 20. Unterscheidung zwischen den zwei hauptsächlichsten Vertretern der Milchsäurebakterien der Milch.

Einen Markstein in der Kenntnis der Morphologie der Milchsäurebakterien bildet die Auffindung des *Bacterium lactis acidi* durch G. Leichmann (1 u. 2). Diese Bakterie, mit manchen der bereits aufgeführten wohl identisch, von dem bis dahin als nahezu einzigen oder wenigstens wichtigsten Milchsäuerungserreger angesehenen *Bac. acidi lactici* Hueppe aber verschieden, ist der Typus einer varietätenreichen Art und sei deshalb etwas eingehender beschrieben. Aus Milchkultur kurze, etwa anderthalbmal so lange als breite Stäbchen, an den Enden abgerundet, fast zugespitzt. Vor der Teilung sind die Stäbchen doppelt so lang als breit und lassen deutlich parallele Längsbegrenzung erkennen. Meist Doppelstäbchen, doch auch Ketten von vier und mehr Gliedern, letztere namentlich bei der Züchtung in zuckerhaltiger Bouillon bei 37—40 ° C. In jedem Falle sind die Einzelglieder aber kurz, was für den Organismus charakteristisch ist. Färbbarkeit nach Gram, am besten bei Präparaten aus Milchkultur. Unbeweglich. Auf Gelatineplatten Tiefkolonien anfangs weiße, später lichtgelbbräunliche, durchscheinende, scharf kreisförmig begrenzte Scheiben von meist 0,1—0,2 und höchstens 0,5 mm Durchmesser, später undurchsichtig werdend. Oberflächenkolonien sehr selten, durchsichtig, weniger regelmäßig konturiert, kaum größer als die Tiefenkolonien. Im Gelatine-Impfstich nicht sehr reichliches, an der Oberfläche kein Wachstum, auch im Stich meist erst eine kurze Strecke unter der Oberfläche beginnend. Strichkulturen auf Gelatine wie auf Kartoffelscheiben nur als zarter weißer 0.5—1 mm breiter, über die Oberfläche nicht hervorstehender Belag. Milch gerinnt unter Säurebildung zu völlig homogenem Coagulum, das auch bei längerem Stehen (bei gewöhnlicher Temperatur) seine Konsistenz bewahrt und nur etwas Serum austreten läßt. Die Gerinnung der Milch erfolgt auch bei völligem Abschluß der Luft. Leichmann bestätigt die von Alex. Müller gemachte Beobachtung, daß reicher Zutritt von Luft die Milchsäuregärung in hohem Maße beeinträchtige. Gasentwicklung weder in Milch noch in zuckerhaltigen Nährflüssigkeiten. Flüchtige Fettsäuren werden nicht gebildet, Alkohol nur in Spuren. In zuckerfreier Nährbouillon sehr schlechtes Wachstum, dagegen gutes in milch- oder traubenzuckerhaltiger Bouillon, welche unter Säurebildung getrübt wird, und wobei sich das Bakterium, namentlich bei Haltung in Bruttemperatur, zu langen Ketten anordnet. Auch Mannit und Maltose werden, wenn auch langsam, vergoren. Die in sterilisierter Milch erzeugte Säure ist Rechtsmilchsäure. Diese Bakterie ist von Leichmann in saurer Milch aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands und auch aus solchen aus der Umgegend Stockholms in etwa 60 Proben vorgefunden worden.

C. Günther und H. Thierfelder (1) haben aus mehreren Milchproben Berlins 14 Stämme von Milchsäurebakterien isoliert. Diese, unter sich gleich, stimmen mit den Merkmalen des *Bact. lactis acidi* Leichmann

überein, während die genannten Autoren selbst annehmen zu müssen glaubten, daß sie den *Bac. acidi lactici* HUEPPE vor sich hätten.

In Nordamerika sind von W. M. ESTEN (1) Untersuchungen über die Erreger der Milchsäuerung vorgenommen worden. Er hat in 30 Proben aus der östlichen Hälfte der Vereinigten Staaten mit nur zwei Ausnahmen eine einzige Art mit geringen Differenzierungen vorgefunden. Die Größenverhältnisse des plumpen Stäbchens sind 0.7 zu etwa 1.2 μ. Die Wuchsform auf Gelatine zeichnet sich vor der der bisher beschriebenen Bakterien dadurch aus, daß die Kolonien mit kurzen Stacheln, etwa wie die Früchte der Roßkastanie, bedeckt sind und bei der Vergrößerung auch tatsächlich granulierte Fortsätze zeigen. Der Durchmesser der Kolonien ist kleiner als 1 mm und sie erscheinen unter dem Mikroskop gewöhnlich als dunkle, stachelige, gleichmäßig dichte, schwach gelbliche Kolonien. Die sonstigen Eigenschaften stimmen vollständig mit denen des *Bact. lactis acidi* LEICHMANN überein. ESTEN selbst hält seine Milchsäurebakterie für identisch mit der von GÜNTHER und THIERFELDER beschriebenen, wie auch mit dem *Bac. acidi lactici* HUEPPE, und H. W. CONN (1), der diese Bakterie in seiner „Classification of dairy bacteria" unter dem Namen *Bac. acidi lactici I* ESTEN aufführt, stellt sie mit den Milchsäurebakterien von GÜNTHER und THIERFELDER, LEICHMANN, WEIGMANN und KOZAI (siehe unten) zusammen, während sie doch mit Ausnahme des stacheligen Aussehens der Tiefenkolonien ganz und gar mit dem *Bact. lactis acidi* LEICHMANN übereinstimmt.

Von GÜNTHER und THIERFELDER war die bemerkenswerte Tatsache festgestellt worden, daß spontan gesäuerte Milch meist inaktive Milchsäure enthält, während die aus solcher Milch gezüchteten Bakterien in Reinkultur Rechtsmilchsäure produzieren. Es gelang, wie im vorhergehenden Kapitel des näheren ausgeführt ist, LEICHMANN (3), dafür eine Erklärung zu geben, indem er in spontan gesäuerter Milch eine Milchsäurebakterie nachwies, welche Linksmilchsäure erzeugt. Dieser, als *Micrococcus acidi laevolactici* zu bezeichnende Organismus fand sich wiederholt in großer Menge in saurer Milch und hat nach der kurzen Beschreibung LEICHMANN's nahezu dieselben Eigenschaften wie das *Bact. lactis acidi*, er scheint nur etwas mehr einem Oberflächenwachstum zuzuneigen, unterscheidet sich vor allem aber dadurch, daß er Gas zu bilden vermag.

Außer diesem Mikrokokkus hat LEICHMANN noch einen Bazillus beschrieben, der Linksmilchsäure erzeugt und der namentlich bei höherer Temperatur, zwischen 44 und 52° C, gut wächst und säuert. Er ist ein schlankes Stäbchen von wechselnder Länge, mehrfach leicht gekrümmt, meist einzeln oder zu zweien, gelegentlich kürzere oder längere Ketten bildend. Wird am besten auf Agar bei höherer Temperatur gezüchtet und bildet dann wurzelförmig verästelte, ein feines schimmelpilzartiges Geflecht darstellende Kolonien von geringer Größe. Im Gelatinestich langsames Wachstum nur längs des Stichkanals, ebenso im Agarstich. Im Agarstrich niemals Wachstum über die Impfstelle hinaus; auf Kartoffelscheiben kaum wahrzunehmen. In zuckerhaltiger (mit Milch- oder Traubenzucker, Maltose oder selbst Dextrin beschickter) Bouillon keine Gasbildung. In Milch Gerinnung ebenfalls nur bei höherer Temperatur, sehr rasch bei 40—48° C, verhältnismäßig langsam bei 33—35° C, dabei Bildung von etwas Alkohol, aber nicht von flüchtiger Säure. Luftzutritt scheint die Gärung eher etwas zu hemmen als zu fördern.

Eine ebenfalls nur bei höherer Temperatur gut gedeihende Milchsäurebakterie ist ein von LEICHMANN (2) aus Milch isolierter Mikrokokkus. Er erscheint bei oberflächlicher Betrachtung dem *Bact. lactis acidi* gleich, und die geringen Differenzen zwischen beiden Bakterien würden auch eine Unterscheidung nicht zulassen, um so mehr als auch dieser Mikrokokkus Rechtsmilchsäure bildet, wenn nicht das Wachstum bei höherer Temperatur dazu führen müßte.

H. WEIGMANN (1 u. 2) hat eine größere Zahl von Milchsäurebakterienstämmen gezüchtet, welche unter sich kaum irgendwelche

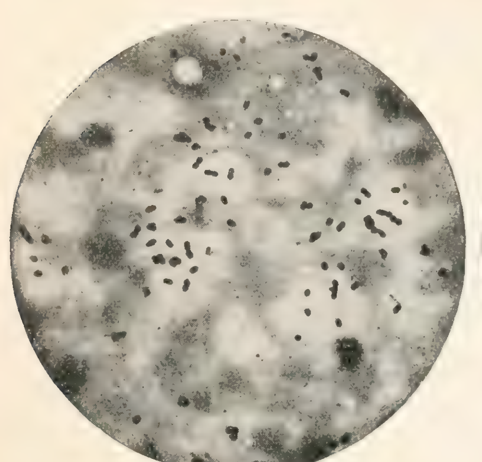


Fig. 7. Milchsäurebakterie Kiel I. Vergr. 940. Nach WEIGMANN.

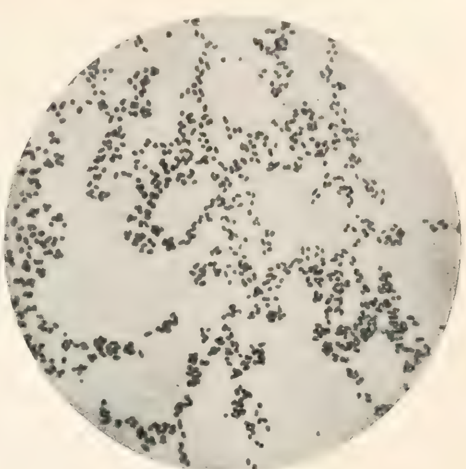


Fig. 8. Milchsäurebakterie Kiel II. Vergr. 940. Nach WEIGMANN.

morphologischen, wohl aber gärungstechnische Unterschiede aufwiesen, und welche in ihrer Gesamtheit nicht dem *Bac. acidi lactici* HUEPPE, wohl aber dem *Bact. lactis acidi* LEICHMANN glichen. Einige von diesen Stämmen sind als Milchsäurebakterie *Kiel I* und *II* beschrieben (s. *Fig. 7* u. *8*). Die Bakterie III hat mehr Neigung zum Oberflächenwachstum, und die aufliegenden Kolonien auf Milchzuckergelatine sind nicht rund und glattgerandet, sondern haben zungenförmige Ausläufer. Ein nach ihrem Fundorte als Milchsäurebakterie *Hagenberg* bezeichneter Organismus ist zweifellos ein Streptokokkus, der sich überdies durch besondere Kleinheit der Einzelindividuen auszeichnet (s. *Fig. 9*). Die Oberflächenkolonien, von 1—2 mm im Durchmesser, sind asbestglänzend, makroskopisch rundlich, bei schwacher Vergrößerung mit zungenförmigen bis flammigen Ausläufern dicht berandet.



Fig. 9. Milchsäurebakterie Hagenberg. Vergr. 940. Nach WEIGMANN.

G. Troili-Petersson (1) zählt ebenfalls alle von ihr in Schweden aus saurer Milch gezüchteten Milchsäurebakterien zu der Art *Bact. lactis acidi* Leichmann. Eine von der gleichen Forscherin in der sog. schwedischen Zähmilch (Tätmjölk) als Erreger der schleimigen Gärung 5 aufgefundene Milchsäurebakterie ist vom *Bact. lactis acidi* morphologisch wie kulturell kaum verschieden, macht aber die Milch stark schleimig und fadenziehend; eine Beschreibung derselben wird im 11. Kapitel gegeben werden, wo außer dieser noch mehrere andere schleimbildende Milchsäurebakterien Erwähnung finden.

10 Auch der von O. Laxa (1) aus böhmischem Backsteinkäse (sog. Harrach-Käse) gezüchtete *Streptococcus 1* muß sicherlich dem *Bact. lactis acidi* zugezählt werden. Er bildet kurze Ketten, ist unbeweglich, wächst sowohl auf Platten wie im Stich fast nur in der Tiefe, bildet namentlich in der Stichkultur keine Auflagerung, und die Kolonien sind klein, rund 15 und scharf begrenzt. Milch wird schon innerhalb 24 Stunden zum Gerinnen gebracht.

Der im Laufe der Zeit immer deutlicher hervortretende Unterschied zwischen dem *Bacillus acidi lactici* Hueppe und dem *Bacterium lactis acidi* Leichmann führte schließlich zu einer scharfen Trennung 20 beider Bakterienarten. Die Arbeiten von Denys und Martin (1) sowie namentlich von M. Wilde (1) ließen keinen Zweifel, daß neben einer ganzen Anzahl anderer, bisher als besondere Arten angesehener Bakterien auch der *Bac. acidi lactici* Hueppe zu der allerdings sehr variablen Art des *Bact. lactis aerogenes* zu rechnen sei. Es führte dies 25 zur Aufstellung einer besonderen Bakteriengruppe, der Gruppe des *Bact. lactis aerogenes* oder, wie man kurz sagt, der *Aerogenes*-Gruppe mit dem *Bac. acidi lactici* als Abart und zu einer völligen Trennung dieser Bakterie von der Leichmann'schen Milchsäurebakterie.

Nach H. W. Conn (1) gibt es ebenfalls mehrere getrennte Arten 30 von Milchsäurebakterien. Die am häufigsten auftretende Art ist die, welche Esten beschrieben hat, nach Conn's Einteilung der Milchbakterien *Bac. acidi lactis I* Esten (Nr. 206), der nächsthäufigste ist der *Bac. acidi lactis II* (nova species, Nr. 202). Dieser ist ein kurzer Bazillus oder Kokkus von 0,7 μ Dicke und 0,8 μ Länge mit ganz den 35 Eigenschaften des *Bact. lactis acidi*. Milch wird in 3—4 Tagen koaguliert. Conn selbst nimmt an, daß diese Bakterie nur eine Abart des *Bac. acidi lactis I* Esten sei, der ja auch dem *Bact. lactis acidi* sehr gleicht. Eine andere, als *Bac. lactici acrobans* (n. sp., Nr. 197) bezeichnete Art ist nach Conn identisch mit *Bac. casei* α von Freudenreich. Den *Bac. acidi* 40 *lactis* Grotenfelt, dann *Bac. a* und *Bac. b* Guillebeau, sowie Bakterie Nr. 8 von Eckels erklärt Conn für identisch mit *Bac. lactis aerogenes*. Von diesem letzteren sagt Conn, daß er insofern besondere milchwirtschaftliche Bedeutung habe, als er es ist, welcher der sauren Milch den für sie so typischen Sauermilchgeruch gibt. Auch Conn kommt, 45 wie Leichmann und Weigmann, zu der Erkenntnis, daß an der spontanen Milchsäuerung nicht bloß eine, sondern mehrere Milchsäurebakterien-Arten beteiligt sind, nach ihm die Arten *Bac. acidi lactis I* und *II* und *Bac. lactis aerogenes*. Da nach dem Vorhergesagten die beiden ersten Arten nichts anderes sind als Varietäten des *Bact. lactis acidi*, 50 so stimmt die Erfahrung Conn's mit der der obengenannten Autoren überein.

Ferner hat Conn außer dem *Micrococcus acidi lactis liquefaciens* Krueger noch einige weitere verflüssigende und nicht verflüssigende

Milchsäurekokken beschrieben. Der *M. liquefaciens acidi I* (n. sp., Nr. 147) mißt 0,7 zu 1,1 μ und ist eigentlich eine Sarcina. Auf Gelatine feinkörnige Kolonie mit gelapptem oder gefaltetem Rande und in klarer Verflüssigungsschale liegend. Später bilden sich in dieser dichte, die ganze Schale ausfüllende Massen. Im Stich langsame Verflüssigung in Form einer wolkigen, seichten Schale mit Sediment; die Verflüssigung ist auch nach 3 Wochen nur sehr langsam fortgeschritten. Auf Agar und Kartoffeln trockene, schneeweiße Auflagerung. In Milch bei 36° C nach 5 Tagen festes Coagulum, saure Reaktion und Geruch nach saurer Milch. Keine Peptonisierung. Der *Microc. liquefaciens acidi II* (n. sp., Nr. 168) ist dem vorhergehenden ziemlich ähnlich. Auf Gelatine schneeweißes Köpfchen, das in die Gelatine einsinkt. Auf Kartoffeln kaum sichtbares Wachstum, in Milch Säuerung ohne Gerinnung. Als häufiger vorkommende Milchsäurebakterien beschreibt Conn noch einen *Microc. acidi lactis I* Marpmann (Nr. 60), einen *M. acidi lactis II* (Nr. 78), der sich vom vorhergehenden durch gelbere Färbung und schlechteres Wachstum an der Luft unterscheidet, und einen *M. acidi lactis III* (Nr. 58). Alle drei hält Conn für identisch mit *Microc. lactis acidi* Marpmann.

Die im vorigen Kapitel erörterte Frage der sterischen Form der von den verschiedenen Milchsäurebakterien erzeugten Milchsäuren führte zu zwei weiteren „Arten" von Milchsäurebakterien durch Y. Kozai (1). Er schließt sich der Ansicht an, daß die am meisten in der sauren Milch angetroffene Milchsäurebakterie nicht der *Bac. acidi lactici* Hueppe sondern das *Bact. lactis acidi* Leichmann ist. Da dieses — selbst unter ungünstigen Wachstumsbedingungen — nur Rechtsmilchsäure erzeugt, so fahndet er, wie Leichmann vor ihm, nach einer Linksmilchsäure erzeugenden Bakterie, deren Mitwirkung bei der Säuerung die in der spontan saueren Milch häufig angetroffene inaktive Milchsäure erklärt. Kozai findet eine solche in dem *Bac. acidi laevolactici Halensis*, einem plumpen, meist einzeln, selten zu zweien auftretenden Stäbchen, ohne Eigenbewegung und ohne Sporenbildung. Dieses ist nach Gram nicht färbbar; vgl. S. 63. Die Kolonien auf wenig besäter Gelatineplatte erreichen nach 5 Tagen einen Durchmesser von 3—4 mm; sie erscheinen makroskopisch als weiße, rundliche, im Centrum erhöhte Scheiben, um welche sich mehrere konzentrische Zonen lagern, während von der Mitte nach dem Rande strahlige Ausläufer ziehen. Der Saum ist regelmäßig gelappt. Mikroskopisch erscheinen die Kolonien grob gelappt mit Faltungen in den centralen Bezirken. Die Tiefenkolonien haben einen konzentrisch geschichteten Kern mit einer etwas durchsichtigen, gelappten Randzone. Im Stich Nagelkultur, also Oberflächenwachstum, in Milchzuckergelatine Gasentwicklung. Auf Agar ringförmig geschichtete und mit strahliger Struktur versehene Kolonien ohne gelappten Saum. Im Stich in Traubenzuckeragar sehr kräftige Gasentwicklung. Auf Kartoffeln bei Bruttemperatur nach 24 Stunden dicker, grobkörniger, hellgrauer Beleg. In Milch bei Zimmertemperatur erst nach 12 Tagen Dickflüssigwerden und geringes Coagulum auf dem Boden des Gefäßes, bei Bruttemperatur nach 3—4 Tagen Gerinnung, Coagulum mit Spalten durchsetzt. Die Bakterie wächst und säuert also nur bei höherer Temperatur gut. 65° C während 5 Minuten bewirken Abtötung. Eine dieser Bakterie identische ist früher schon von J. Clauss (1) unter dem Namen Fächerbazillus in Würzburger Marktmilch mehrfach gefunden und beschrieben worden, und ebenso hat neuerdings Utz (1) im gleichen Falle diese Bakterie wieder mehrfach angetroffen und von ihr

ermittelt, daß sie Linksmilchsäure erzeugt. Utz hält sie auch für identisch mit dem Schardinger'schen *Bacillus acidi laevolactici* und will ihr diesen Namen beigelegt wissen.

Eine weitere nur bei höherer Temperatur in Milch gut säuernde
5 Bakterie hat Y. Kozai in seinem *Micrococcus acidi paralactici liquefaciens Halensis* gefunden. Derselbe stellt einen typischen, meist paarweise auftretenden und stets von einer Kapsel umgebenen Mikrokokkus dar. Unbeweglich, färbbar nach Gram. Auf Gelatine nach 2 Tagen feine Pünktchen, die nur wenig größer werden, am 4. oder 5. Tag Ver-
10 flüssigung. Mikroskopisch runde, körnige Gebilde mit ausgebuchtetem Rand. Im Gelatinestich langsames, gleichmäßiges Wachstum, am 3. Tage von oben her Verflüssigung bis zu kürbisflaschenähnlicher Form. Auf Agar bei Brutwärme nach 24 Stunden weiße, gleichmäßig erhabene, runde, scharf begrenzte, zähschleimige Kolonien von ca. 7 mm Durch-
15 messer. In Bouillon bei Brutwärme üppiges, bei Zimmertemperatur langsames Wachstum. Keine Gasentwicklung, auch nicht in Zuckerbouillon. Auf Kartoffeln bei Brutwärme nach 24 Stunden dicker, weißer, feuchtglänzender Rasen von schleimiger Beschaffenheit. In Milch bei Zimmertemperatur nach 10—12 Tagen noch keine Veränderung, bei
20 Brutwärme nach 2—3 Tagen Gerinnung mit festem Coagulum und starker Serumausscheidung. Nach längerem Stehen wird das Casein schmierig und fällt der Peptonisierung anheim. Erst bei 70° C in 5 Minuten Abtötung. Für die Unterscheidung von ähnlichen Bakterien sei bemerkt, daß *Micrococcus lactis I* Hueppe, *M. acidi lactis* und *Sphaerococcus acidi*
25 *lactis* Marpmann und *Streptococcus acidi lactis* Grotenfelt nicht verflüssigen, daß *M. lactis II* Hueppe bis Linsengröße wächst und daß *M. acidi lactis* Krueger bei 15° C schon in 5 Tagen säuert und in einem gleichmäßigen, nicht so festen, aber große Mengen Serum abscheidenden Coagulum. Fokker's *Micrococcus* soll der koagulierten Milch
30 gelbe Färbung geben. *Micrococcus lactis acidi* Leichmann ist am ähnlichsten, doch fehlt diesem die Kapselbildung, das kräftige Gedeihen auf zuckerfreien Nährböden, die Neigung zum Oberflächenwachstum, das feste Coagulum mit Serumausscheidung und die allmähliche Peptonisierung des Caseins.

35 Dem *Bact. lactis acidi* Leichmann sehr nahe stehen und als Varietäten von ihm anzusehen sind einige von G. Leichmann und S. von Bazarewski (1) aus verschiedenen Käsesorten isolierte Milchsäurebakterien. Das *Bact. casei I* aus Emmentalerkäse und das *Bact. casei II* aus Chesterkäse (beide identisch) erinnern wegen der abgerundeten Ecken
40 des unbeweglichen Stäbchens und wegen der stark wechselnden Länge an *Bact. lactis aerogenes.* Sie bringen sterile Milch am raschesten bei 33° C und dann in 2—3 Tagen, bei 45° C nicht mehr zur Gerinnung und bilden Rechtsmilchsäure. Diese beiden Bakterien sind mit dem *Bact. pabuli acidi I* und *II* Weiss und ferner mit dem *Bacillus casei α*
45 von Freudenreich fast identisch. Letzterer soll zwar in Milch etwas Kohlensäure bilden, doch das mag auch bei den ersteren der Fall sein. Von *Bact. pabuli I* und *II* unterscheiden sich *Bact. casei I* und *II* dadurch, daß erstere Rohrzucker unter Bildung von Milchsäure sehr energisch vergären, letztere nicht, und daß erstere die Milch weniger
50 rasch zum Gerinnen bringen und überdies dabei noch etwas Essigsäure bilden. *Bact. casei III* aus Goudakäse ist in morphologischer Beziehung dem *Bact. casei I* und *II* sehr ähnlich und wächst in Traubenzuckerbouillon noch etwas besser als diese; der entstehende Bodensatz haftet am Glase

fest. Sterile Milch wird am raschesten (in 2—5 Tagen) bei 34° C zum Gerinnen gebracht, bei 42° C nicht mehr. Bildung von inaktiver Milchsäure und etwas Essigsäure, sowie wahrscheinlich einer geringen Menge flüchtiger neutraler Verbindungen ist festgestellt. Dieses *Bacterium casei III* erinnert an *Bac. Güntheri var. inactiva* ADERHOLD (vgl. das 19. Kap.) sowie an *Bact. pabuli III* WEISS, es greift aber Rohrzucker nicht an wie ersterer und bildet in zuckerhaltigen Substraten kein Gas wie letzteres, tritt auch in Ketten auf, was dieses nicht tut. Bezüglich besonderer Wachstumserscheinungen nach zweijähriger Fortzüchtung auf künstlichen Nährböden sei auf das 5. Kapitel verwiesen. Der *Streptococcus casei* aus Emmentalerkäse bildet kleine, nicht runde, sondern polygonale, oft dreieckig erscheinende Zellen, die meist einzeln oder zu zweien, häufig zu dreien und vieren, mitunter auch zu mehreren in Ketten verbunden auftreten. Milch wird sehr viel rascher zum Gerinnen gebracht: bei 28—30° C in 2—4 Tagen, bei 37—40° C in einem Tag und bei 42—45° C in 1—2 Tagen; bei 48° C tritt keine Gerinnung mehr ein. Wachstum in Traubenzuckerbouillon. Es werden Rechtsmilchsäure und wahrscheinlich etwas Essigsäure gebildet. Man wird kaum irren, wenn man diesen Streptokokkus für identisch mit *Bacterium lactis acidi* erklärt; er würde sich nur durch die nicht sicher feststehende Bildung von Essigsäure unterscheiden. *Bacterium casei IV* aus Goudakäse ist ein in Milch bei etwas höherer Temperatur (40° C) nicht mehr wachsendes *Bact. lactis acidi*. Alle fünf genannten Bakterien wachsen in peptonhaltigen Nährlösungen nur, wenn diese eine vergärbare Kohlenstoffverbindung enthalten. Sauerstoffzutritt verzögert die Milchgerinnung ziemlich.

Nach F. W. J. BOEKHOUT und J. J. OTT DE VRIES (1) scheint es aber (s. d. 10. Kapitel) doch auch Milchsäurebakterien zu geben, welche auf Nährböden ohne vergärbare Kohlenstoffverbindungen wachsen und besonders auf käsestoffhaltigem Nährmedium sehr gut gedeihen. Sie fanden solche, große Kolonien bildende Stäbchenbakterien in Edamerkäse unter Anwendung der von ihnen angegebenen Käsegelatine als Nährboden. Man würde vermuten können, daß diese Bakterien dem *Bacillus casei ε* E. VON FREUDENREICH nahestehen, wenn dieser auf Käsegelatine wachsen würde. Ein von den gleichen Forschern (2) ebenfalls aus Käse isolierter Streptokokkus verflüssigt Gelatine unter Bildung von trichterförmigen, 1,5 mm großen Kolonien. Milch scheidet bei Zimmertemperatur nach 2 Tagen das Casein aus und hinterläßt ein klares, bräunlich gefärbtes Serum von saurer Reaktion und mit nachweisbarem Gehalt an Pepton (vgl. d. 9. Kapitel).

Ein von HASHIMOTO (1) beschriebener, aus sehr mangelhaft sterilisierter Milch stammender Mikrokokkus, der Rechtsmilchsäure bildet und Gelatine verflüssigt, ist dem *Micrococcus acidi paralactici* KOZAI, wenn nicht identisch, so doch so nahestehend, daß er als Varietät desselben angesehen werden muß. Fünf Minuten lange Erhitzung auf 65 bis 70° C bewirkt sichere Abtötung. Als eine neue Art dagegen will der gleiche Autor einen bei gleicher Gelegenheit gefundenen *Streptococcus acidi paralactici non liquefaciens* (*Halensis*) gelten lassen. Derselbe soll sich von anderen Milchsäure erzeugenden Streptokokken in mannigfacher Weise unterscheiden. Ob diese Unterschiede zur Aufstellung einer neuen Art ausreichend sind, mag bezweifelt werden.

Von P. HAACKE (1) ist eine Milchsäurebakterie beschrieben worden, die bis auf wenige Unterscheidungsmerkmale dem *Bac. acidi lactici*

Hueppe gleich ist. Sie kennzeichnet sich diesem gegenüber durch das Auftreten eines Häutchens beim Wachstum in Bouillon und durch das Fehlen der Indolbildung.

Ferner erwähnt G. Schweitzer (1) eine Milchsäurebakterie aus
5 Milch, welche sich von dem *Bac. acidi lactici* Günther und Thierfelder durch etwas größere Widerstandsfähigkeit gegenüber höherer Temperatur sowie durch das Auftreten einer Trübungszone um die Kolonie auf Traubenzuckeragar auszeichnet.

M. W. Beijerinck (1), welcher die „aktiven" Milchsäurebakterien
10 in Laktokokken und Laktobazillen einteilt, unterscheidet folgende Arten: *Lactococcus lactis* ist eine Milchsäurebakterie der sauren Sahne, säuert die Milch unter 30° C, läßt Rechtsmilchsäure entstehen und erscheint als Mikrokokkus, Diplokokkus oder Streptokokkus; er umfaßt viele Varietäten. Er ist, wie leicht ersichtlich, identisch mit dem *Bact. lactis*
15 *acidi* Leichmann. Der *Lactococcus hollandicus* (Weigmann) ist eine zweite, schleimbildende Art und der Erreger der holländischen langen Wei (fadenziehenden Molke, s. das 11. Kapitel). Die sämtlichen Laktobazillen-Arten bilden nach Beijerinck's Ansicht zusammen eine Gattung *Lactobacillus*, die der Gattung *Aerobacter* (s. Bd. III, S. 93) nahesteht,
20 von dieser sich jedoch dadurch unterscheidet, daß sie keinen Wasserstoff erzeugt. *Lactobacillus caucasicus* kommt im Kefir vor und bildet auf Molkengelatine harte knorpelige Kolonien, die den Kefirkörnern sehr gleichen, weshalb Beijerinck auch glaubt, daß dieser Bazillus der wesentliche Bestandteil dieser letzteren ist. Er vergärt auch Maltose zu
25 Milchsäure. Der *Lactobacillus longus* bildet Linksmilchsäure und wird gefunden, wenn man frische, gut gelüftete Milch zwei oder mehrere Tage bei 25—33° C hält und säuern läßt und darauf die saure Milch bei 37—40° C aufbewahrt. Maltose vergärt er nicht. Einige andere von Beijerinck aufgeführte und charakterisierte Milchsäurebakterien, wie
30 *Lactobacillus fragilis*, *L. conglomeratus*, *L. fermentum*, *L. Delbrücki*, spielen in der Hefenfabrikation und in der Brennerei eine Rolle und werden im 11. Kapitel des V. Bandes Erwähnung finden. Die auf Gemüse und im Tierfutter vorkommenden Milchsäurebakterien finden im 19. Kapitel, die in der Zuckerfabrikation auftretenden im 24. Kapitel und die bei
35 der Teiggärung tätigen im 25. Kapitel des vorliegenden Bandes ihre Bearbeitung.

Einige andere, im Kefir und ähnlichen Getränken vorkommende und dort scheinbar eine bestimmte Rolle spielende Milchsäurebakterienarten sind im 8. Kapitel aufgeführt und kurz beschrieben. Mehrere
40 von St. Epstein (1) aus sogen. Säureweckern für die Rahmsäuerung sowie aus Milch und anderen Erzeugnissen reingezüchtete Milchsäurebakterien sind mit den oben aufgeführten teils identisch teils ihnen ähnlich; sie finden im 18. Kapitel nochmals Erwähnung.

§ 21. Zusammenfassung der verschiedenen Arten
45 ## zu den Kollektivarten Streptococcus lacticus (Bact. lactis acidi) und Bacillus aerogenes Kruse.

Bei der außerordentlichen Zunahme an Beschreibungen von Milchsäurebakterien hat es, wie schon angedeutet, namentlich mit Rücksicht auf die geringe morphologische, kulturelle und teilweise auch physio-
50 logische Verschiedenheit der aufgefundenen Arten, keineswegs an Ver-

suchen gefehlt, Gleiches zu vereinigen, Ungleiches zu trennen. So ist es das Verdienst G. Leichmann's, darauf hingewiesen zu haben, daß das gewöhnliche, die spontane Milchsäuerung hervorrufende Milchsäurebakterium, wie schon erwähnt, nicht der bisher dafür gehaltene *Bac. acidi lactici* Hueppe sondern das *Bact. lactis acidi* ist, eine Beobachtung, 5 welche H. Weigmann sofort bestätigen konnte. Dem ersteren kommt, wie Leichmann ebenfalls sichergestellt hat, insofern eine Rolle bei diesem Vorgang zu, als er infolge seines größeren Sauerstoffbedürfnisses an der Oberfläche wächst und dort die Säuerung bewirkt. Dieser strengen Unterscheidung zwischen den beiden Bakterien hat dann auch W. Kruse (1) 10 in seinem Beitrag zu Flügge's Handbuch der Mikroorganismen Rechnung getragen, indem er den *Bacillus acidi lactici*, entsprechend den Untersuchungen M. Wilde's (1), der Art *Bacillus aerogenes* (= *Bact. lactis aerogenes* Escherich) hinzurechnete und das *Bact. lactis acidi* Leichmann als eine besondere Art behandelte und mit dem Namen *Streptococcus* 15 *lacticus* Kruse belegte. K. B. Lehmann und R. Neumann (1) führen *Bac. acidi lactici* Hueppe, *Bact. aerogenes*, *Bact. Güntheri* (= *Bact. lactis acidi* Leichmann), *Bact. pneumoniae*, *Bact. ozaenae* und *Bact. rhinoscleromatis* aus praktischen Gründen als besondere Arten auf, sind sich aber der nahen Verwandtschaft dieser Bakterien bewußt. Sie sehen sie bo- 20 tanisch als eine, aus mehreren Varietäten bestehende Art an und wollen auch zwischen dem der *Aerogenes*-Gruppe näher stehenden *Bac. acidi lactici* Hueppe und dem *Bact. Güntheri*, bzw. *Bact. lactis acidi* nicht unterschieden wissen, wie sie überhaupt *Bact. aerogenes* nur für eine geißellose Form des *Bact. coli* halten. Dieser Ansicht gibt neuerdings 25 Utz (1) in einer unter Lehmann's Leitung ausgeführten Arbeit über den Säuerungsvorgang in der Milch nochmals Ausdruck, indem er die Unterscheidung zwischen den Bakterien Günther's und Thierfelder's, Leichmann's, Weigmann's und Kozai's gegenüber dem Hueppe'schen *Bacillus acidi lactici* nicht gelten lassen will. S. C. Prescott (1) hält 30 die Milchsäurebakterien zwar nicht für identisch mit *Bact. coli*, jedoch auch nicht für unterscheidbar von diesem.

Dagegen will H. Weigmann (2) bei einem Versuch einer Einteilung der Milchsäurebakterien des Molkereigewerbes ebenfalls die Trennung des *Bact. lactis acidi* Leichmann und mehrerer ähnlicher Milchsäure- 35 bakterien von *Bacillus acidi lactici* Hueppe durchgeführt wissen, und zwar namentlich auf Grund des Oberflächenwachstums und der Gasbildung, sowie der ausgesprochenen Stäbchengestalt der Zellen des letzteren. In eine dritte Gruppe faßt er diejenigen, welche Linksmilchsäure bilden, und in eine vierte Gruppe die verflüssigenden Milchsäure- 40 bakterien zusammen. Die in ihrem Verhalten noch wenig bekannten oder zweifelhaften, sowie die nur gelegentlich in Milch vorkommenden Milchsäurebakterien werden vorläufig in einer fünften und einer sechsten Gruppe untergebracht.

In neuerlichen Erörterungen über die Stellung der Milchsäurebak- 45 terien ordnet W. Kruse (2) das *Bact. lactis acidi* mit dem *Streptococcus lanceolatus* und dem *Str. pyogenes* zu einer Kollektivart zusammen. Er ist mit Beijerinck der Meinung, daß man die in kurzen, ovalen Zellen auftretenden Arten der Milchsäurebakterien besser als *Streptococcus* denn als *Bacterium* bezeichnet; am richtigsten würde ihm der Gattungsname 50 *Streptobacillus* erscheinen, doch hindert ihn an der Verwendung dieser Bezeichnung die nahe Verwandtschaft des *Bact. lactis acidi* mit dem Pneumoniekokkus (*Streptococcus lanceolatus*) und weiter die Verwandt-

schaft dieses mit dem *Streptococcus pyogenes*. Die Identität der beiden letzteren ist von KRUSE früher schon in Gemeinschaft mit PANSINI nachgewiesen und inzwischen allgemein anerkannt worden. Nunmehr glaubt KRUSE in Uebereinstimmung mit LEICHMANN das *Bact. lactis acidi* (= *Bact. Güntheri*) mit diesen beiden sowie mit *Bac. acidi paralactici* KOZAI identifizieren und alle unter dem Namen *Streptococcus lacticus* zu einer Art vereinigen zu dürfen.

Dieser Kollektivart gegenüber steht die bei der Milchsäuregärung in der Milch in geringerem Grade tätige Art *Bacillus aerogenes* KRUSE mit dem *Bacillus acidi lactici* an der Spitze.

Außer diesen beiden Kollektivarten sind bei der Säuerung der Milch (und vielleicht auch bei der Reifung der Käse, s. das 10. Kapitel) noch Bakterien tätig, welche zugleich Säure und ein labartiges, sowie ein peptonisierendes Enzym bilden, welche man also sowohl zu den Milchsäurebakterien zählen kann, wo sie als verflüssigende Milchsäurebakterien eine besondere Abteilung bilden würden, oder auch zu den peptonisierenden Bakterien, wo sie sich ebenfalls von den anderen unterscheiden würden, indem sie nicht, wie diese, neutrale oder alkalische, sondern saure Reaktion in der Milch bewirken. C. GORINI (1) will diese Gruppe von Bakterien unter der Bezeichnung Säure-Lab-bildende Bakterien als eine besondere Klasse von Milchbakterien zusammengefaßt und unterschieden wissen (vgl. d. 9. Kapitel).

Die Kollektivart *Streptococcus lacticus* würde sich also hauptsächlich dadurch charakterisieren, daß sie in Gestalt runder bis ovaler, manchmal auch länglich zugespitzter Zellen auftritt, die meist zu zweien oder auch zu mehreren, ja selbst zu längeren Ketten vereint sind, keine Eigenbewegung haben, sich nach GRAM färben lassen, auf Gelatineplatten ohne und mit Zucker sehr langsam wachsen und dann nur ganz kleine, meist in der Gelatine liegende, wenig charakteristische, nicht verflüssigende Kolonien bilden, ein sehr schwaches Oberflächenwachstum zeigen, da sie besser anaerob als aerob wachsen, bei der Umsetzung von vergärbarem Zucker kein oder nur Spuren von Gas, sowie fast ausschließlich Milchsäure, und zwar Rechtsmilchsäure, und nur Spuren von flüchtigen Fettsäuren bilden.

Die Sammelart *Bacillus aerogenes* KRUSE, zu welcher u. a. auch die VON FREUDENREICH'schen Bakterien *Bacillus casei* γ und δ gehören, zeichnet sich aus durch mehr stäbchenartige Form, durch ausgesprochenes Sauerstoffbedürfnis (Oberflächenwachstum im Stich), ausgebreiteteres Wachstum bei der Kolonienbildung, mehr oder weniger kräftige Gaserzeugung und Bildung von Nebenprodukten (Essigsäure u. a., s. das 6. Kapitel). Sie scheinen Neigung zur Linksmilchsäurebildung zu haben, wenigstens gehören die sich dadurch auszeichnenden „Arten“ hierher. Ein anderes biologisches Unterscheidungsmerkmal beider Kollektivarten besteht in dem Verhalten derselben zu zuckerfreier Bouillon (s. d. 6. Kapitel).

Nach M. W. BEIJERINCK kommen diesen beiden als „aktive Milchsäurebakterien“ zu bezeichnenden Arten noch die folgenden Eigenschaften zu. Sie bilden aus Lävulose Mannit (der *Lactobacillus* mehr als der *Lactococcus*), sie können nur Pepton als Stickstoffquelle gebrauchen, sie haben nicht die geringste peptonisierende Wirkung, und ferner zersetzen sie Wasserstoffsuperoxyd nicht. Auf letztere Eigentümlichkeit gründet BEIJERINCK eine Methode, um die aktiven Milchsäurebakterien von anderen zu unterscheiden. Betupft man die Kolonien anderer Bakterien

mit einer 3-proz. Lösung von Wasserstoffsuperoxyd, so wird dieses zersetzt, und es entwickeln sich Gasbläschen; bei den Kolonien der aktiven Milchsäurebakterien ist das nicht der Fall.

Ob sich die verflüssigenden Milchsäurebakterien resp. die Säure und Lab bildenden Bakterien zu einer Sammelart zusammenfassen lassen, das zu entscheiden ist noch nicht versucht worden; es scheint wohl mehrere Typen davon zu geben, im großen und ganzen besteht aber ziemliche Uebereinstimmung.

Ueber die systematische Stellung der Milchsäurebakterien der anderen Gärungsgewerbe, sowie der in gesäuerten Futtermitteln und Früchten auftretenden Arten herrscht noch Unklarheit.

Daß es sich bei der Aufstellung der Sammelarten *Streptococcus lacticus* und *Bacillus aerogenes* KRUSE um Arten mit vielen, teilweise recht weit abstehenden Varietäten handelt, wird ersichtlich, wenn man die Zusammenlegung des *Bact. lactis acidi* mit den pathogenen Bakterien *Streptococcus lanceolatus* und *Streptococcus pyogenes* in Betracht zieht. Deshalb will auch W. KRUSE „aus praktischen Gründen" vorläufig noch die drei „Spezies" *Streptococcus lacticus, Str. lanceolatus* und *Str. pyogenes* auseinander gehalten wissen. Zur Kollektivart *Str. lacticus* würden nach KRUSE übrigens auch *Str. enteritidis* HIRSCH-LIEBMANN und der *Enterococcus* THIERCELIN's zu rechnen sein.

Auch die Art *Bac. aerogenes* KRUSE ist außerordentlich variabel, und die stark säuernde und die Milch zum Gerinnen bringende, wenig Gas bildende Varietät *Bac. acidi lactici* ist von der stark gasbildenden und schwach säuernden Varietät *Bact. lactis aerogenes* ESCHERICH, wenn auch nur graduell, recht verschieden. Es dürfte daher sich auch hier empfehlen, die große Verschiedenheit der Varietäten durch Aufstellung besonderer Namen zum Ausdruck zu bringen, wie das bisher durch die Namen *Bac. acidi lactici*, den auch LEHMANN und NEUMANN beibehalten haben, und *Bact. aerogenes* ESCHERICH geschehen ist.

§ 22. Versuche zu einer Abgrenzung der Varietäten.

So sehr es im Interesse der Uebersichtlichkeit wichtig ist, daß ähnliche Bakterien zusammengelegt werden und mehr und mehr ein System sich herausbilde, so sehr liegt es im Interesse der Gärungstechnik, die Varietäten gegeneinander abzugrenzen und sie als solche durch besondere Namensgebung zu kennzeichnen. In diesem Sinne unterscheidet M. E. MAC DONNELL (1) in der Art *Bact. lactis acidi* die Typen *Bact. lactis acidi aromaticum, Bact. lactis acidi maltigenum, Bact. lactis acidi purum* und *Bact. lactis acidi acerbum*. Auch G. LEICHMANN (5) versucht eine engere Umgrenzung der in die Sammelart *Bact. lactis acidi* fallenden Varietäten auf biologischer Grundlage. Er stellt mit diesem in eine biologische Gruppe zusammen: *Streptococcus acidi lactis* GROTENFELT, *Bact. casei I, II, III* und *IV, Streptococcus casei* LEICHMANN et BAZAREWSKI, *Bact. pabuli acidi I* und *II* WEISS, *Bac. Güntheri var. inactiva* ADERHOLD, die Milchsäurebakterien WEIGMANN's, VON FREUDENREICH's und LAXA's, CONN's Bakterie Nr. 202, das Bakterium BURRI's, vielleicht auch *Saccharobacillus pastorianus* VAN LAER und den pathogenen Pneumoniekokkus. Auch dürfte man dazu rechnen können die gemäßigt thermophilen Bakterien *Micrococcus lactis acidi, Bacillus lactis acidi* LEICHMANN und *Bac. acidificans longissimus* LAFAR (*Bac. Delbrücki*). Eine

Untergruppe bilden nach Leichmann die wenig Gas erzeugenden Bakterien *Bact. pabuli acidi III* Weiss, der Kokkus Leichmann's und ferner wieder eine Untergruppe die schleimbildenden Bakterien *Bact. lactis longi* Troili-Petersson, *Streptococcus hollandicus* Weigmann, *Bac. lactis viscosi* und eine Langstäbchen-Art Leichmann's.

M. W. Beijerinck stellt für seine aktiven Milchbakterien das bereits auf S. 82 angegebene System auf. Daß der *Lactococcus* (oder *Streptococcus*) *hollandicus* zur Art *Streptococcus lactis* Kruse gehört, geht auch daraus hervor, daß er Rechtsmilchsäure bildet, wie Boekhout und Ott de Vries gezeigt haben.

Wie von Leichmann bereits begonnen, wird man bei der Begrenzung der Arten und Varietäten nicht bloß Rücksicht auf die Milchsäurebakterien eines einzigen Gärungsgewerbes, sondern auf die aller solcher nehmen müssen. Einer solchen allerdings sehr umfangreichen und mühsamen Arbeit hat sich neuerdings W. Henneberg (1) unterzogen, indem er die Milchsäurebakterien der Brennereimaische, der Milch, des Bieres, der Preßhefe, der Melasse, des Sauerkohles, der sauren Gurken, des Sauerteiges und schließlich des menschlichen Magens vergleichend studiert hat. Die Arbeit wird an anderer Stelle gewürdigt werden; hier möge nur dem Wunsche Ausdruck gegeben sein, daß solche vergleichende Untersuchungen möglichst mit den Originalbakterien der betreffenden Forscher und nicht mit neu aufgesuchten beziehungsweise aufgefundenen Stämmen vorgenommen werden, damit sonst leicht entstehenden Irrungen vorgebeugt werde.

In Anbetracht des Umstandes, daß bestimmte Arten von Milchsäurebakterien immer nur in gewissen Nährmedien und nicht auch in anderen gefunden werden, z. B. das *Bact. lactis acidi* in Milch und nicht auch in sauren Rübenschnitzeln, weist G. Leichmann auf das Verhalten der verschiedenen Arten gegenüber den verschiedenen Zuckerarten hin. Das *Bact. lactis acidi* wird nicht in sauren Rübenschnitzeln angetroffen, weil es den Rohrzucker nicht zu vergären vermag; andererseits würde *Bac. acidificans longissimus* (*Bac. Delbrücki*) die Milch nicht säuern können, weil er den Milchzucker nicht angreift. Das überwiegende und fast ausschließliche Vorkommen einer Milchsäure-Bakterienart in einem Nährmedium erklärt sich auch dadurch, daß dieselbe die in dem Nährmedium enthaltene Zuckerart besser vergärt als eine andere Bakterie. So vergären *Bact. pabuli acidi I* und *II* den Milchzucker ebenfalls, aber doch nicht gleich gut und gleich rasch wie *Bact. lactis acidi*, weshalb man ersteres wohl kaum in saurer Milch findet. Im Zusammenhang damit steht auch die Beobachtung, daß die Erreger spontaner Gärungen, welchen gewisse pflanzliche Nahrungsmittel unterliegen, schon auf den Pflanzen selbst vorzukommen pflegen; vgl. darüber S. 16, wie auch die Ausführungen im 19. Kapitel des vorliegenden Bandes.

Literatur

zum Kapitel Morphologie der Milchsäurebakterien.

***Adametz**, L., (1) Landw. Jahrbücher, 1889, Bd. 18, S. 227. ***Adametz**, L., und **Wilckens**, M., (1) Landw. Jahrbücher, 1892, Bd. 21, S. 131. ***Appel**, O., (1) In Backhaus und Appel, O., Ber. d. landw. Inst. d. Univ. Königsberg i. Pr., 1900, Bd. 5, S. 73. ***Beijerinck**, M. W., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1902, Bd. 25, S. 531. ***Boekhout**, F. W. J., und **Ott de Vries**, J. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 817. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 12, S. 587. ***Clauß**, J., (1) Dissert. Würzburg, 1889. ***Conn**, H. W., (1) 12. Ann. Rep. Storrs Agr. Exp. Stat., Storrs, Conn., 1899,

S. 13. ***Denys,** J., und **Martin,** J., (1) La Cellule, 1893, Bd. 9, S. 261; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 16, S. 127. ***Epstein,** St., (1) Arch. f. Hyg., 1900, Bd. 37, S. 329. ***Esten,** W. M., (1) 9. Ann. Rep. Storrs Agr. Exp. Stat., Storrs, Conn., 1896. ***Fokker,** A. P., (1) Z. f. Hyg., 1890, Bd. 9, S. 43. ***Freudenreich,** E. **von,** (1) Ann. de microgr., 1889/90, Bd. 2, S. 257. — (2) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1894, Bd. 8, S. 16. — (3) Ebenda, 1894, Bd. 8, S. 207. — (4) Ebenda, 1899, Bd. 13, S. 169. — (5) Ebenda, 1901, Bd. 15, S. 158. ***Freudenreich,** E. von, und **Thöni,** J., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1904, Bd. 18, S. 525. ***Gorini,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 137. ***Grotenfelt,** G., (1) Fortschr. d. Medizin, 1889, Bd. 7, H. 4, S. 121. ***Günther,** C., und **Thierfelder,** H., (1) Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 25, S. 164. ***Haacke,** P., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 42, S. 20. ***Hashimoto,** (1) Hyg. Rundsch., 1901, Bd. 11, S. 821. ***Henneberg,** W., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1903, Bd. 26, S. 226. ***Hueppe,** F., (1) Mitt. Kais. Ges.-Amt, 1884, Bd. 2, S. 309. — (2) Cit. n. Scholl (1). ***Jensen,** O., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1904, Bd. 18, S. 314. ***Kozai,** Y., (1) Z. f. Hyg., 1889, Bd. 31, S. 337. ***Krueger,** R., (1) Centralbl. f. Bakt., 1890, Bd. 7, S. 425. ***Kruse,** W., (1) In Flügge, Handbuch d. Mikroorganismen. Leipzig 1896. — (2) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1903, Bd. 34, S. 737. ***Lafar,** Fr., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 871. ***Laxa,** O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 755. ***Lehmann,** K. B., und **Neumann,** R., (1) Atlas u. Grundriß d. Bakteriologie, 2. Auflage, München 1899. ***Leichmann,** Gg., (1) Milchztg., 1894, Bd. 23, S. 523. — (2) Ebenda, 1896, Bd. 25, S. 67. — (3) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 777. — (4) Ebenda, 1899, Bd. 5, S. 344. — (5) Ref. in Kochs Jahresb., 1900, Bd. 11, S. 198. ***Leichmann,** Gg., und **Bazarewski,** S. **von,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 245. ***Lister,** J., (1) Quarterly Journ. of Microsc. Science, 1878, Bd. 18, S. 977 und Transact. Patholog. Society London, 1878, Bd. 29. ***Mac Donnell,** M. E., (1) Dissert., Kiel 1899. ***Marpmann,** G., (1) Ergänzungsheft z. Centralbl. f. allg. Gesundheitspfl., 1886, Bd. 2, S. 117. ***Pasteur,** L., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1857, Bd. 45, S. 913; 1858, Bd. 47, S. 224; 1859, Bd. 48, S. 337. ***Prescott,** S. C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 444. ***Scholl,** H., (1) Die Milch, etc. Wiesbaden 1891. ***Schweitzer,** G., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 501. ***Storch,** V., (1) 18. Beretn. kgl. Veter.-og Landbohojskoles Laborat. f. landökon. Forsög., Kopenhagen 1890. ***Troili-Petersson,** Gerda, (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 32, S. 361. ***Utz,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 600. ***Weigmann,** H., (1) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 147. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 825. ***Weiss,** G., (1) Journ. f. Landw., 1899, Bd. 47, S. 141. ***Wilde,** M., (1) Dissert., Bonn 1896.

(*Manuskript-Einlauf 13. Februar 1905.*)

5. Kapitel.

Biologie der Milchsäurebakterien.

§ 23. Herkunft der Milchsäurebakterien. Deren Verhalten zu den stickstoffhaltigen Nährstoffen.

Die Milchsäurebakterien der Milch finden sich, wie schon im 1. Kapitel ausgeführt ist, am Ursprungsorte der Milch, im Euter, nur selten vor, sie gelangen gewöhnlich durch den Heustaub, noch mehr aber wohl von den zur Aufbewahrung und Verarbeitung der Milch täglich gebrauchten Gefäßen aus in dieselbe. G. Leichmann (2) hat sie in Heu, Stroh und in Staub auf Gegenständen verschiedener Herkunft gefunden. Und E. von Freudenreich (4), der mit besonderer Sorgfalt nach ihrem Vorkommen gefahndet hat, konnte sie in Wasser, Erde und Luft nicht, wohl aber in der Stalluft, auf der Haut und an den Haaren der Kühe finden; dagegen wieder nicht im Strichkanal der Zitzen und am Eingang zu denselben, auch nicht im Kot. Ein nahezu umgekehrtes Resultat

erhielt W. M. Esten (1) bei seinen Nachforschungen, indem er das Vorkommen seines Milchsäurebazillus in Heu und Stroh nicht konstatieren kann, ihn dagegen in Milch findet, die direkt von der Kuh kommt. Diesem widerstreitet R. H. Burr (1), der diesen Bazillus, wie auch *Bac.* 5 *acidi lactici II* und *Bacterium lactis aerogenes* bei 300 Untersuchungen in der Vormilch der Kühe nur sechsmal finden konnte, dagegen konstatierte, daß sie im Staube des Stalles vorhanden sind. Von H. Weigmann und Th. Gruber (1) sind die Milchsäurebakterien der Art *Streptococcus lacticus* sowohl auf Stroh wie auch auf dem Weidegras nachgewiesen worden. 10 Wenn, wie im 4. Kapitel schon erwähnt ist, die Milchsäurebakterien den Colibakterien nicht fern stehen, so ist es keine zu weit gehende Vermutung, wenn man annimmt, daß sie Varietäten dieser sehr variablen Art sind, welche sich durch Anpassung an die verschiedenen zuckerhaltigen Naturprodukte erst zu wirklichen Milchsäuregärungs- 15 erregern herausgebildet haben und noch herausbilden. Sie sind, wie Beijerinck (1) sagt, gewissermaßen Kulturpflanzen, die ihre Existenz unter günstigen Bedingungen fortsetzen. Daß sie aber sehr widerstandsfähige Kulturpflanzen sind, geht schon aus dem Umstande hervor, daß sie in selbst sehr altem Staub noch lebensfähig gefunden werden und, 20 wie im § 28 ausgeführt werden wird, in trockenem Zustande sehr lange Aufbewahrung überdauern.

Das Wachstum und das Gedeihen der Milchsäurebakterien im vegetativen Zustande ist mehr als bei manchen anderen Bakterien vom Nährmedium abhängig. Sie gedeihen nicht leicht in dürftigen Nährböden, 25 sondern stellen, sowohl was die Stickstoff- wie die Kohlenstoffquelle, namentlich aber erstere anbelangt, im allgemeinen ziemlich große Anforderungen.

Wie schon F. Hueppe (1), so hat auch E. Kayser (1) gefunden, daß die beste Stickstoffquelle für Milchsäurebakterien **Pepton** ist, so zwar, 30 daß nicht nur die Menge der darin wachsenden Milchsäurebakterien sondern auch deren Stickstoffgehalt davon abhängig ist. Durch gute Ernährung mit Pepton kann der Stickstoffgehalt der Milchsäurebakterien so angereichert werden, daß er dem des Eiweißes nahekommt.

M. W. Beijerinck (1) geht noch weiter, indem er es als ein für 35 die Milchsäurebakterien charakteristisches Merkmal hinstellt, daß ihnen nur Peptone als Stickstoffquelle dienen können, und zwar tierische Peptone besser als pflanzliche. Dieser Satz kann jedoch wohl allgemeine Geltung nicht beanspruchen, denn in der Milch ist Pepton nicht oder nur in Spuren vorhanden; die Milchsäurebakterien der Milch müssen ihr aus- 40 gezeichnetes Wachstum in dieser also wohl den in der Milch vorhandenen löslichen Eiweißkörpern verdanken. Daß aber Pepton immerhin das Wachstum der Milchsäurebakterien erhöht, geht aus der schon von E. Kayser gemachten Beobachtung hervor, daß Milch nach vorheriger Peptonisierung der Eiweißstoffe ein noch besserer Nährboden 45 wird, als Milch selbst es ist. Von dieser Tatsache kann man sich am besten dadurch überzeugen, daß man die Milch vor der Impfung mit Milchsäurebakterien mit Hilfe einer dieselbe peptonisierenden Bakterie einer nicht zu lange anhaltenden Auflösung aussetzt, oder daß man, wie Ch. E. Marshall (1) gezeigt hat, Milch gleichzeitig mit einer Milchsäure- 50 bakterie und einer peptonisierenden, Milch alkalisch machenden Bakterie beimpft. Das raschere Wachstum der Milchsäurebakterien auf Kosten des vorhandenen oder erzeugten Peptons gibt sich dann in einer kräftigeren Säurebildung kund, und Marshall fand, daß die Milch mit der Misch-

kultur sehr viel rascher säuerte und gerann, als wenn sie nur mit der Milchsäurebakterie allein geimpft worden war. Diese Beobachtungen sind ferner durch O. Jensen (1) bestätigt worden, welcher bei dem Suchen nach einem möglichst günstigen Nährmedium für die Milchsäurebakterien die peptonisierte Milch als das beste erkannt hat. Bei Züchtung der von E. von Freudenreich aus Emmentalerkäsen isolierten Milchsäurebakterien in verschiedenen, denselben sonst günstigen Nährflüssigkeiten ergibt sich, wie die in folgender Tabelle niedergelegten Zahlen zeigen, daß die Menge der erzeugten Säure in der peptonisierten Milch am größten ist gegenüber den anderen Nährmedien. Die Herstellung der peptonisierten Milch geschieht nach O. Jensen in folgender Weise: Sterilisierter Milch werden pro Liter 10 ccm reiner konzentrierter Salzsäure und 2 Gramm Pepsinum germanicum purum granulatum zugesetzt, die Mischung in den Brutschrank gebracht und anfänglich öfter, später hier und da umgeschüttelt. Wenn das anfangs ausgeschiedene Casein sich nach etwa 48 Stunden aufgelöst hat, wird die Säure neutralisiert und die peptonisierte Milch im Autoklaven bei 115—120 ° C sterilisiert. Die durch das Neutralisieren (bis zu schwach alkalischer Reaktion) entstehende Trübung beseitigt man, wie auch sonst üblich, durch Aufkochen mit Eiweiß. Um den Nährboden zu einem bei gewöhnlicher Temperatur erstarrenden zu machen, kann man Gelatine oder Agar hinzufügen, was man am besten vor dem Neutralisieren tut.

Nährmedium	Säuregrad in ccm Zehntel-Normallauge für 10 ccm Nährflüssigkeit				
	Bacillus casei α	*Bacillus casei β*	*Bacillus casei γ*	*Bacillus casei ε*	*Bacillus casei ι*
Molken	0,60	0,30	1,00	1,20	0,90
Pepton-Molken	1,80	0,70	3,70	—	5,30
Milchzucker-Pepton-Bouillon	1,75	0,75	2,30	0,20	4,00
Peptonisierte Milch (sterilisiert)	9,15	0,55	3,55	2,15	8,00
desgl. (nicht sterilisiert)	9,10	2,25	4,20	2,20	9,15

Entgegen O. Jensen findet Mac Donnell (1) keinen Vorzug in der Verwendung von peptonisierter Milchgelatine gegenüber Milchzuckerpeptonbouillon-Gelatine; seine Methode der Beurteilung, die Messung der Größe der Kolonien, steht aber an Genauigkeit gegen diejenige zurück, welche Jensen benutzt hat. Das beste Kriterium für die Wachstumsenergie der Bakterien in den verschiedenen Nährböden würde freilich die Zählung der Zellen sein, aber die einfache Methode der Säuretitrierung genügt zum Nachweis der ohnehin genügend gestützten Behauptung.

Während nun die Milchsäurebakterien im allgemeinen recht hohe Ansprüche an das Nährmedium und namentlich an die Stickstoffquelle stellen, gedeihen manche auch schon in sog. **künstlichen Medien** selbst auch dann, wenn sie Eiweißstoffe nicht enthalten. So erzielte C. Fraenkel (1) mit dem *Bacillus acidi lactici* Hueppe wie einiger anderer gewöhnlich (auch in Milch) vorkommender Bakterien gutes Wachstum in der von ihm modifizierten Uschinsky'schen Nährlösung (s. 22. Kap. d. I. Bds.), Hueppe selbst mit weinsaurem Ammoniak allein schon, während sich Nitrate als unbrauchbar erwiesen. Ebenso gedeiht in der Fraenkel'schen Nährlösung mit Asparagin als Stickstoffquelle der *Bac. acidi laevolactici Halensis* Kozai (1), während der mit dem *Bacterium lactis acidi* identische

Bac. acidi paralactici Kozai darin nicht und auch nicht in Zuckerbouillon wächst.

Aber selbst die aus genuinen Nahrungsmitteln bereiteten Nährmedien sowie diese selbst sind nicht gleich günstig für das Gedeihen der Milchsäurebakterien. In Hefenwasser und Hefenextrakt z. B. scheinen, wie die Henneberg'schen Untersuchungen zeigen, sehr viele Milchsäurebakterien zu wachsen. In Milch, diesem alle Nährstoffe in günstigster Form enthaltenden Nahrungsmittel, in welchem die Milchsäurebakterien des Molkereigewerbes meist vorzüglich gedeihen, wächst die Mehrzahl der Milchsäurebakterien des Brennerei- und Brauereigewerbes entweder gar nicht oder nur schlecht. Andererseits wachsen die Milchsäurebakterien der Milch nicht in Bier, und vielleicht können Milch und Bier vermöge dieses Verhaltens als Differenzialnährmedien für die Milchsäurebakterien der genannten Gärungsgewerbe dienen.

Auf **festen Nährböden** wachsen die Milchsäurebakterien bedeutend weniger gut. Besonders langsam wachsen sie auf Gelatinenährböden, was allerdings seinen Grund in der mit der Benützung derselben verbundenen niedrigeren Temperatur hat (s. § 26). Die Bakterien der Art *Streptococcus lacticus* Kruse sind auf Gelatine, auch auf Molkengelatine, erst nach mehreren (5—7) Tagen soweit herangewachsen, daß man des Mikroskopes bedarf, um sie erkennen zu können. Etwas rascher entwickeln sich diese Bakterien nach Mac Donnell (1) auf einem aus Casein bereiteten Nährboden. Von dieser Caseingelatine lassen sich die von einer weißen Wolke umgebenen Milchsäurebakterien bereits nach 48 Stunden abimpfen. Die Verwendung dieses Nährbodens hat gleichzeitig noch den Vorzug, daß verflüssigende Bakterien in der Regel im Wachstum zurückbleiben. Zu ihrer Bereitung werden 50 g reines Casein mit 15 g Aetzkali oder Aetznatron in 1 Liter Wasser unter Erwärmen gelöst und die stark alkalische Flüssigkeit mit Salzsäure soweit neutralisiert, daß eben eine schwache Ausscheidung von Casein eintritt, worauf man dann Milchzucker und Gelatine zugibt, erhitzt, bis zu schwacher Alkalescenz neutralisiert, filtriert und sterilisiert. Einen ähnlichen, den natürlichen Verhältnissen noch mehr entsprechenden Nährboden bereiteten F. W. J. Boekhout und J. J. Ott de Vries (1), indem sie aus einem im Anfangsstadium der Reife befindlichen Käse mittelst der anderthalbfachen Menge Wasser bei 40° C einen Extrakt herstellen, der nach Ausscheidung des Unlöslichen durch Erhitzen auf 50° C eine von den Autoren „Käsebouillon" genannte Flüssigkeit ergibt. Mit Gelatine vermischt erhält man die „Käsegelatine", auf der die gewöhnlichen, wie die von Boekhout und Ott de Vries aus Edamerkäse gezüchteten Milchsäurebakterien sehr gut gedeihen. Merkwürdigerweise gedeihen die Käsemilchsäurebakterien des Emmentalerkäses, wie *Bacillus casei γ, δ* und *ε*, auch auf diesem Gelatinenährboden nicht oder nur schlecht (*Bac. casei α*), wie E. von Freudenreich und J. Thöni (1) gezeigt haben.

Nach den Untersuchungen von E. Kayser (1) und von W. Henneberg (1) scheint es, als ob die Milchsäurebakterien imstande wären, aus Eiweißstoffen auch Milchsäure zu erzeugen. So ist nach ersterem Autor im Verlaufe von einem Monat aus Pepton Milchsäure gebildet worden: von einer Säuerungsbakterie aus Rahm 0,021 Proz., von *Bacillus casei α* von Freudenreich 0,006 Proz., von einer Milchsäurebakterie aus Sauerkraut 0,032 Proz. usw. Nach W. Henneberg erzeugen Milchsäurebakterien der Milch und des Brennereigewerbes aus Diastase in nicht geringer Menge Milchsäure, dagegen aus Fibrin und Casein nur wenig und

nichts aus Eialbumin, Gluten und Hefenwasser. Auch findet er entgegen den Resultaten KAYSER's, daß seine Milchsäurebakterien aus Pepton keine Milchsäure bilden.

§ 24. Verhalten zu den Zuckerarten.

Nächst den Eiweißstoffen sind Kohlenwasserstoffe von der Art des Zuckers die wichtigsten Nährstoffe für die Milchsäurebakterien. Obgleich nach dem Letztgesagten diese Bakteriengruppe auch aus Eiweißstoffen Milchsäure bilden zu können scheint, ist die Gegenwart von Zucker doch nötig, sowohl zu einem kräftigen Wachstum wie zur Bildung einer größeren Menge Milchsäure. Deshalb gedeihen die meisten Milchsäurebakterien auch nur sehr schlecht in zuckerfreier Gelatine, wie überhaupt auf zuckerfreien Nährböden schlechter als in solchen mit Zucker. Aber nicht alle Zuckerarten dienen als Material für die Säurebildung, und von den anderen Kohlenhydraten werden nur einige wenige umgesetzt. Die Tabelle auf S. 92—93 gibt eine Uebersicht über die in der Literatur vorhandenen Angaben über die Vergärbarkeit verschiedener Kohlenhydrate. In derselben bedeutet das Plus-Zeichen (+) Vergärung, das Minus-Zeichen (—) keine Vergärung zu Säure.

Zu der Tabelle ist noch folgendes zu bemerken. Die Käsemilchsäurebakterien von LEICHMANN und VON BAZAREWSKI (1) säuern am kräftigsten Traubenzucker, dann Milchzucker und Maltose, weniger gut Mannit. Ebenso bildet nach G. SCHWEITZER (1) eine von ihm isolierte, mit dem *Bacterium Güntheri* (GÜNTHER und THIERFELDER) scheinbar identische Milchsäurebakterie in Traubenzucker mehr Säure als in Milchzucker. *Saccharobacillus pastorianus* säuert besonders gut Arabinose und Trehalose, dann weniger gut Maltose, Dextrose, Lävulose und Galactose; die Varietät *S. p. berolinensis* säuert überhaupt bedeutend weniger und speziell nicht Raffinose, Trehalose, Mannit und α-Methylglucosid. Von den aus Rübenschnitzeln stammenden Bazillen von E. WEISS (1) ziehen *Bacillus pabuli acidi I* und *B. p. a. II* Glucose und Lävulose dem Rohrzucker vor, während *B. p. a. III* Glucose weniger stark vergärt als Lävulose. Rohrzucker wird von *Bac. pabuli acidi I* und *II* ziemlich gut, von *B. p. a. III* schlecht, Maltose von *B. p. a. I* schlecht, von *B. p. a. II* besser und von *B. p. a. III* sehr gut vergoren. Bemerkenswert ist ferner, daß von einigen Milchsäurebakterien, so von *Pediococcus acidi lactici* LINDNER, von *Saccharobacillus pastorianus* wie von seiner Varietät *S. p. berolinensis* auch Dextrin und Stärke in Säure umgesetzt werden und von *Pediococcus acidi lactici* auch die seltene Zuckerart Xylose. Einige von den FREUDENREICH'schen und manche andere Milchsäurebakterien greifen ferner die Milchsäure selbst, sowie zufolge O. JENSEN (2) auch Bernsteinsäure an.

Für die Tatsache, daß die Zuckerarten sich den verschiedenen Milchsäurebakterien gegenüber verschieden verhalten, gibt die von E. FISCHER (1) dargelegte Beziehung zur sterischen Konfiguration (s. Bd. I, S. 266) eine vorzügliche Erklärung. Wie im § 27 des Näheren gezeigt werden wird, enthalten auch die Milchsäurebakterien Enzyme, und zwar Endoenzyme (s. Bd. I, S. 267). Diese sind offenbar je nach Art und Varietät der Milchsäurebakterien verschieden, und die Vergärbarkeit einer Zuckerart hängt von der Anwesenheit eines sterisch spiegelbildlich konstruierten Enzyms in der in Betracht gezogenen Milchsäurebakterie ab. Die vor-

	Rohrzucker	Galactose	Glucose	Lävulose	Milchzucker	Maltose	Mannit	Glycerin	Arabinose	Raffinose	Trehalose	α-Methylglucosid	Autor
Bact. lactis acidi LEICHMANN	— (+ VON FREUDENREICH s. unten)		+		+	+	+	— (od. ganz wenig)	—	+	—	—	LEICHMANN (1) und LEICHMANN und VON BAZAREWSKI (1) HENNEBERG (1)
Microc. acidi laevolactici LEICHMANN	+		+		+			+					LEICHMANN
Bact. casei I (LEICHMANN u. V. BAZAREWSKI)	—		+		+	+	+	ganz geringfügig	—				LEICHMANN u. V. BAZAREWSKI (1)
„ „ *II*	—		+		+	+	+	„	—				
„ „ *III*	—		+		+	+	+	„	—				
„ „ *IV*	—		+		+	+	+	„	—				
Streptococcus casei	—		+		+	+	—	„	—				
Bac. pabuli acidi I (WEISS)	+		+	+ (gut)	+ (wenig)	+	+ (sehr wenig)	„	—	(außerdem Stärke in sehr geringem Grade)			WEISS (1)
„ „ „ *II*	+		+	+ (gut)	+ (sehr wenig)	+	+	„	—				
„ „ „ *III*	— (ganz unbedeutend)		+	+ (gut)	+	+ (gut)		—		(Stärke)			
Bac. acidi lactici HUEPPE	+		+		+		+						HUEPPE (1)
Bact. Güntheri GÜNTHER u. THIERFELDER	+		+		+		+						GÜNTHER und THIERFELDER (1)
Bact. Güntheri var. inactiva ADERHOLD	+				+		—			+		—	HENNEBERG (1)
Micr. acidi laevolactici NENCKI u. SIEBER			+		+								cit. n. EMMERLING (1)
Bac. acidi laevolactici SCHARDINGER	+		+		+			+					
„ „ „ *Halensis* KOZAI	+		+		+								KOZAI (1)
Diplococcus Pneumoniae	+		+										
Pediococcus acidi lactici LINDNER	—	+	+	+	+	(+)	—		+ (außerdem Dextrin und Xylose)	—	+	—	
Bact. brassicae acidi CONRAD			+		+	+							

Bac. acidificans longissimus Lafar (*Bac. Delbrücki* Leichmann)	+	+	+	+	—	+	—		— (jedoch Wachstum)	— (jedoch Wachstum)	—	—	W. Henneberg
Bac. Delbrücki var. α Henneberg					—		—		—	—	—	—	
Bac. lactis acidi Leichmann	+		+		+	+	(+)		—	(+)	+	—	
Saccharobac. pastorianus van Laer	+	+	+	+	+ (wenig)	+	+		+	+	+	+ (außerdem Dextrin und Stärke)	
Saccharobac. past. var. berolinensis Henneberg	+ (sehr wenig)	+	+	+ (wenig)	—	+	—		+	—	—	— (außerdem Dextrin)	
Bac. Lindneri Henneberg	(+)		+ (wenig)	—	—	+	—			—	—		
Bac. Aderholdi „					+		—		—	+	—	—	
Bac. cucumeris fermentati Henneberg					+		+		+	+	+	—	
Bac. brassicae fermentatae Henneberg					—		(+)		+	—	—	+	
Bac. panis fermentati Henneberg					—		—		+	—	—	—	
„ *Beijerincki* Henneberg					—		—		—	(+)	(+)	(+)	
„ *Maerckeri* „					+		+		(+)	+	+	—	
„ *Wehmeri* „					+		+		+	+	—	(+)	
„ *Listeri* „					+		+		—	+	+	+	
„ *Wortmanni* „					+		+		+	+	+	+	
„ *Haydecki* „					—		(+)		+	+	—	—	
„ *Buchneri* „					+		(+)		+	+		—	
„ *Leichmanni I* „					—		+		(+)	—	+	+	
„ „ *II* „					+		+		(+)	+	+	+	
„ „ *III* „					(+)		+		(+)	—	—	—	
									Milchsäure	Bernsteinsäur.			
Bac. casei α (E. von Freudenreich)	+		+		+	+	+	+	+	+	Vergären auch Dextrin in geringer Menge		E. v. Freudenreich und J. Thöni (1)
„ „ *γ* (E. von Freudenreich)	+		+		+	+	+	—	+	+			
„ „ *δ* (E. von Freudenreich)	+		+		+	+	+	—	+ (wenig)	+ (wenig)			
„ „ *ε* (E. von Freudenreich)	+ (wenig)		+ (wenig)		+	+ (wenig)	+ (sehr wenig)	—	—	—			
Bact. lactis acidi Leichmann aus Käse	+		+		+	+	+ (wenig)	ganz schwach					

stehende Tabelle zeigt, wie sehr manche morphologisch und kulturell einander nahestehende Milchsäurebakterien sich in bezug auf die Vergärbarkeit der verschiedenen Zuckerarten unterscheiden. Ein weiterer Ausbau der Kenntnis dieses Verhaltens wird zeigen, ob und inwieweit dasselbe 5 dazu dienen kann, eine bessere Unterscheidung der Arten und Varietäten zu ermöglichen, als das bisher an der Hand der morphologischen und kulturellen Merkmale der Fall war.

§ 25. Verhalten zu Säuren, Salzen und Sauerstoff.

Wie schon auf S. 50 erwähnt, ist es speziell die selbst erzeugte 10 Milchsäure, welche die Milchsäurebakterien im Wachstum hindert. Die Menge, bei welcher das geschieht, ist je nach Art und Varietät der Bakterie verschieden. Wie im 3. Kapitel ausgeführt ist, kann die Säuerung in Milch bis zu 0,8 Proz. gehen. Noch empfindlicher als gegen Milchsäure sind aber die Milchsäurebakterien gegen Mineralsäuren. Nach 15 den Untersuchungen von Strauss und Bialacour (1) hört die Bildung von Milchsäure im Magen bei Gegenwart von 0,15 Proz. Salzsäure und nach Hirschfeld (1) sogar schon bei nur 0,07—0,08 Proz. auf. Von Schwefelsäure genügen nach M. Hayduck (1) schon 0,03 Proz., um die Säuerung zu hemmen, und 0,04 Proz., um sie zum Stillstand zu bringen.

20 Die Beseitigung der Säure durch geeignete Neutralisierungsmittel ist daher gleichbedeutend mit der Beseitigung des Wachstums- und Gärungshindernisses. So benützt man den Zusatz von Kreide oder gefälltem kohlensauren Kalk, um eine vollständige Vergärung des Milchzuckers in der Milch herbeizuführen. Auch der von Mac Donnell (1) 25 benützte Caseingelatine-Nährboden wirkt zum Teil deswegen begünstigend auf das Wachstum der Milchsäurebakterien, weil das an das Casein gebundene Alkali beim Freiwerden des Caseins, sowie schließlich auch dieses selbst noch, die Milchsäure neutralisieren. Demselben Zweck sowie zugleich der leichteren Erkennung der Säuerungsbakterien gegen- 30 über nichtsäuernden Arten dient der Kreide-Gelatine-Nährboden von M. W. Beijerinck (s. 22. Kap. d. I. Bds.).

Es sind aber nicht alle Neutralisierungsmittel geeignet, den Säuerungsvorgang zu fördern, sondern scheinbar nur die Hydroxyde und Karbonate der Alkalien und alkalischen Erden. Die Oxyde und Karbo- 35 nate der Schwermetalle sind dazu nicht brauchbar, weil diese mehr oder minder starke Gifte für die Milchsäurebakterien sind. So schädigen z. B. die Zinksalze die Milchsäuregärung, während sie der Essiggärung nicht schädlich sind, auf welches Verhalten M. W. Beijerinck (1) die Unterscheidung von Milchsäure- und Essigsäurebakterien gründet. 40 A. Chassevant und Ch. Richet (1) haben für mehrere Salze festgestellt, welche Mengen für die Hemmung der Säuerung resp. die Tötung der Bakterien nötig sind. Wie die Tabelle auf S. 95 zeigt, bedarf es um so weniger derselben, je höher die zugehörigen Metalle in der Stufenleiter der Schwermetalle stehen.

45 Besonders schädlich für die Milchsäurebakterien haben sich nach den Untersuchungen von J. Effront und anderen die Fluorwasserstoffsäure und ihre Salze gezeigt, worüber im 11. Kapitel des V. Bandes nähere Angaben zu finden sind.

Metallsalz	Für die Hemmung der Säuerung	Für die Abtötung der Bakterien	Metallsalz	Für die Hemmung der Säuerung	Für die Abtötung der Bakterien
	sind nötig Gramm-Molekül Metall pro Liter			sind nötig Gramm-Molekül Metall pro Liter	
$MgCl_2$	0,5	1,5	$ZnCl_2$	0,0025	0,0035
$LiCl$	0,25	0,5	$CuCl_2$	0,0015	0,0015
$CaCl_2$	0,15	0,4	$CdCl_2$	0,00085	0,0021
$SrCl_2$	0,125	0,25	$PtCl_4$	0,00025	0,00075
$BaCl_2$	0,125	0,25	$HgCl_2$	0,000185	0,000185
Al_2Cl_6	0,026	0,037	$NiCl_2$	0,000125	0,0002
$MnCl_2$	0,0064	0,0085	$AuCl_3$	0,00008	0,000165
Fe_2Cl_6	0,004	0,005	$CoCl_2$	0,000065	0,000065
$Pb(NO_3)_2$	0,0036	0,0061			

Das Sauerstoffbedürfnis der Milchsäurebakterien bei der Gärung war eine vielumstrittene Frage; in dem einen Falle ist es in Abrede gestellt, in dem anderen als vorhanden erwiesen worden. F. Hueppe (1) hielt die Anwesenheit von Sauerstoff für notwendig, auch nach Ch. Richet (1) befördert er die Milchsäuregärung, und ebenso meint A. Mayer (1), daß diese wohl ohne Luftzutritt vonstatten gehen könne, daß der Sauerstoff aber die Gärung fördere. Diese Förderung glaubt er dadurch gegeben, daß die Milchsäurebakterien für ihre sonst anaerobe Tätigkeit durch den Zutritt von Sauerstoff gekräftigt werden. E. Kayser (1) dagegen stellte bei seinen vergleichenden Untersuchungen fest, daß manche Milchsäurebakterien besser mit, manche besser ohne Luftzutritt Säure bilden. Außerdem beobachtete er, daß fast alle Milchsäurebakterien in tiefer Schicht mehr Säure bilden als in flacher Schicht, weil in dieser eine Verbrennung des Zuckers und der Säure stattfinde; in flacher Schicht werde auch mehr flüchtige Säure gebildet. Von der von ihm aus Rahm isolierten Milchsäurebakterie sagt er jedoch, daß ein Unterschied kaum bestand. Wenn man den im vorigen Kapitel gekennzeichneten Stand der Kenntnis in der Systematik der Milchsäurebakterien ins Auge faßt, so darf man jetzt wohl schließen, daß die Milchsäurebakterien der Sammelart *Streptococcus lacticus* Kruse ohne Luftzutritt ebenso, ja vielleicht kräftiger gären als mit solchem, daß dagegen die luftbedürftigeren Bakterien der *Aerogenes*-Gruppe die Milchsäureproduktion energischer bei Luftzutritt vollziehen. Daß für die Bakterien erstgenannter Art das Gesagte zutrifft, ist sowohl von G. Troili-Petersson (1) wie von Mac Donnell (1) nachgewiesen worden. Erstere hat sterile Milch in Reagensröhren mit der Reinkultur des *Bact. lactis acidi* geimpft und einen Teil unter Luftzutritt, den anderen nach Entfernung der Luft mittelst Luftpumpe und darauffolgendem Zuschmelzen, der Säuerung überlassen: in beiden Fällen wurde nach gleicher Zeit immer der gleiche Säuregehalt der Milch konstatiert. Mac Donnell ließ die Säuerung der Milch in Wasserstoff, wie im Luftstrome vor sich gehen und fand ebenfalls beide Male den gleichen Säuregehalt. W. Henneberg (1) hat auch für einige im Brennereigewerbe tätige Milchsäurebakterien keinen günstigen, ja sogar einen ungünstigen Einfluß des Luftzutritts auf die Intensität der Gärung konstatiert; nähere Angaben darüber sind dem 11. Kapitel des V. Bandes vorbehalten.

§ 26. Verhalten zur Temperatur.

Die bisher angestellten Ermittlungen über das Verhalten der Milchsäurebakterien gegenüber hohen wie mittelhohen und niedrigen Temperaturen sind leider noch ziemlich unvollständig und man hat sich meist mit einigen wenigen Feststellungen begnügt. Mit Bezug auf die Milchsäurebakterien der Milch ist auch die Methode nicht ganz einwandsfrei, insofern als die Gerinnungszeit für Milch nicht bloß von der Säuerungskraft und von der Wachstumsgeschwindigkeit der Bakterien abhängt, sondern auch von dem Umstande beeinflußt wird, daß bei höherer Temperatur ein niedrigerer Säuregrad genügt, um Gerinnung herbeizuführen.

Die über die Optimal-, Maximal- und Minimal-Temperaturen für verschiedene Milchsäurebakterien vorliegenden Angaben sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

	Optimum °C	Maximum °C	Minimum °C
Bact. lactis acidi Leichmann (2)	32—38	47—48	15
Bact. lactis acidi Günther u. Thierfelder (1)	30—37		
Bac. XIX Adametz (1)	35 u. darüber		
Milchsäurebakterien aus Rahm Kayser (1)	30—35		
Bact. aerogenes nach Kayser (1)	40		
Bac. acidi lactici Hueppe (1)	35—42	45,5	unter 15
Bact. lactis acidi var. aromaticum } Mac Donnell (1)	27—35		unter 18
„ „ „ „ *maltigenum*	32	45	weit unter 18
„ „ „ „ *purum*	30—35		„
„ „ „ „ *acerbum*	30—36		unter 18
Staphylococcus lactis acidi	40		unter 20
Microc. acidi lactis Krueger nach Appel (1)	20—22		
Bacillus casei α } v. Freudenreich u. Thöni (1)	42	55	unter 11
„ „ *γ*	30—35	42	11
„ „ *δ*	35—42	55	unter 11
„ „ *ε*	42	unter 55	18
Bact. pabuli acidi I } Weiss (1)	30—40	über 45	10—20
„ „ „ *II*	30—40	bei 45	unter 10
„ „ „ *III*	30	bei 45	bei 10

Weitere Angaben sind von W. Henneberg (1) gemacht worden, der allerdings das Verhalten der Bakterien gegenüber den Temperaturgrenzen mit Bezug auf Wachstum und Säuerung getrennt und unter Verwendung verschiedener Nährmedien prüft. So sind die Temperaturen für das Wachstum unter Zuhilfenahme von Maische- oder Bieragar, die für die Säuerung in Roggenmalzmaische ermittelt.

Temperatur-Grenzen für das Wachstum:

	Bac. acidificans longissimus °C	*Bac. lact. ac.* Leichmann °C	*Pediococcus ac. lact.* °C	*Bact. lact. ac.* Leichmann °C
Optimum	40—48	40—48	36—40	38—40
Maximum	über 48	über 48	über 48	
Minimum	1. Tag: 31 14. Tag: 20	1. Tag: 31 14. Tag: 14	1. Tag: 24 2. Tag: darunter	

Temperatur-Grenzen für die Säuerung:

	Bac. acidif. longiss.	*Bac. lact. acidi*	*Pediococcus ac. lact.*	*Saccharob. pastorianus*	*Saccharob. past. var. berolinensis*	*Bac. Lindneri*
Optimum	46—47 2. Tag: 41—42	41—42 2. Tag: 36—37	38	24—33	20—24	17—18
Maximum	ca. 54	ca. 54	über 48	über 38	über 38	über 38
Minimum	1. Tag: 28—29 später unter 22	1. Tag: 25—26 später bedeutend unter 22	unter 16	unter 11	unter 11	unter 11

Das **Optimum** liegt für die meisten Milchsäurebakterien demnach in der Höhe der Bruttemperatur, doch reicht dasselbe bei einigen Arten auch über 40 ° C hinaus und geht bei anderen ziemlich weit unter 30° C herunter. Schon früher hat Ch. Richet (1) beobachtet, daß die Milchsäuregärung bis 44 ° C an Intensität ansteigen kann, dann bei 44—52° C gleichmäßig anhält und erst über 52 ° C abnimmt. Auch Alexander Müller (1) fand, daß bei 50 ° C noch lebhafte Säuerung eintritt, sprach aber schon die Vermutung aus, daß in diesem Falle andere Organismen tätig seien. G. Leichmann (2) konnte dann nachweisen, daß die Säuerung der Milch bei höherer Temperatur tatsächlich durch andere Milchsäurebakterien als die gewöhnlichen erregt wird. Die Bakterien, welche Leichmann in der bei 44—52 ° C gesäuerten Milch gefunden hat, ein Kokkus und ein Bazillus, haben ihr Optimum bei 40—48 ° C. Ferner konstatiert R. Thiele (1), daß das Optimum für die gewöhnlichen, Rechtsmilchsäure bildenden Milchsäurebakterien tiefer liegt als das der Linksmilchsäure erzeugenden. Andererseits gibt es auch Arten, welche bei niedrigerer Temperatur besser gedeihen und auch ihre Optimaltemperatur näher der Lufttemperatur liegen haben. Eine solche Art ist der *Micrococcus acidi lactis* Krueger, für den 20—22 ° das Optimum ist.

Die in der Tabelle niedergelegten Zahlen über Temperatur-Maxima und -Minima für die verschiedenen Arten werden durch nachstehende weitere Angaben illustriert. Der *Bac. lactis acidi* Hueppe bringt Milch bei 15 ° C erst nach 8 Tagen und bei 44.5—44.8 ° C erst nach 3 Wochen, bei 45.5 ° C gar nicht mehr zum Gerinnen. Auch das *Bact. lactis acidi* Leichmann ruft erst über 15 ° C eine energischere Gärtätigkeit hervor, mehrtägige Einwirkung von 47—48 ° C bewirkt Abtötung. Wie die Tabelle zeigt, liegt das Minimum bei manchen Milchsäurebakterien ziemlich hoch, während andere noch unter einer Temperatur von 10—12 ° C säuern, so das *Bacterium brassicae* Wehmer (1) noch bei 8 ° C und darunter. Bemerkenswert ist ferner noch, daß die Temperaturgrenzen für die Wachstums- resp. Gärungszone bei manchen Arten, so z. B. bei einigen Freudenreich'schen Käsebakterien, sehr viel weiter auseinander liegen als bei anderen Bakterienarten.

Bei den vorstehend mitgeteilten Untersuchungen ist nicht immer zwischen **Säuerungsgeschwindigkeit** und **Säuregrad** streng unterschieden worden. Im allgemeinen darf man annehmen, daß innerhalb der den Bakterien nicht schädlichen Temperaturen die Säuerungsgeschwindigkeit

zu der Höhe der Temperatur in gleichem Verhältnisse steht; erst über eine gewisse Höhe hinaus wird die Säuerung eine langsamere, weil die Bakterien abgeschwächt werden. Für gewöhnlich ist nun, wie schon erwähnt, bei den Untersuchungen die Säuerungsgeschwindigkeit und 5 nicht auch zugleich der Säuregrad bestimmt worden, und so mögen manche Angaben für das Optimum sich nur auf die erstere beziehen, während die Optimaltemperatur für den mit der Bakterie zu erzielenden höchsten Säuregrad eine andere, tiefer liegende sein kann.

So hat N. P. Schierbeck (1) gefunden, daß die von einer Milch- 10 säurebakterie in Milch hervorgerufene Säuerung bei 35 ° C eine sehr viel raschere war als bei 28 ° C, während der bei ersterer Temperatur erzielte höchste Säuregrad nicht die gleiche Höhe erreichte wie bei letzterer. G. Schweitzer (1) konnte diesen Befund freilich nicht bestätigen, indem bei seinen Untersuchungen der Säuregrad bei 35 ° C 15 der gleiche war wie bei 22 ° C. Eine Erklärung für diese Verschiedenheit der Ergebnisse läßt sich vielleicht in der Annahme finden, daß die Optimaltemperatur für die Bakterie Schierbeck's eigentlich bei 28 ° C lag und die Säuerung bei der über dieses Optimum hinausliegenden Temperatur nach einiger Zeit, nach dem Vorhandensein einer genügenden 20 Menge Säure, infolge Schwächung der Bakterie gehemmt wurde. Damit stimmen Befunde von W. Henneberg überein, welcher feststellt, daß das für eine Temperatur mögliche Säuremaximum um so rascher erreicht wird, je höher die Temperatur ist, daß aber dieses Säuremaximum bei hoher Temperatur ein geringeres ist als bei einem niedrigeren, aber für 25 die Bakterie günstigeren Wärmegrad. Hand in Hand damit geht die Erscheinung, daß bei manchen Milchsäurebakterien die bereits gebildete Milchsäure zum Teil wieder verschwindet, was bei höherer Temperatur in größerem Maße der Fall ist, als bei niedriger.

Ueber die Bedingungen, unter welchen eine **höhere Temperatur** 30 zur **Abtötung** der Milchsäurebakterien führt, ist nicht viel mehr bekannt als in betreff des Optimums usw.; die Tabelle auf S. 99 enthält eine Zusammenstellung der vorliegenden Angaben.

Die in der Tabelle niedergelegten Zahlen scheinen dafür zu sprechen, daß im allgemeinen die Milchsäurebakterien höhere Temperaturen nicht 35 lange vertragen können, daß aber doch manche Arten und Varietäten widerstandsfähiger sind, so z. B. die Käsemilchsäurebakterien E. von Freudenreich's und noch mehr die in Rübenschnitzeln vorkommenden Säuerungsbakterien von Weiss (1), sowie der *Micrococcus acidi lactici liquefaciens* Kozai. Andere Milchsäurebakterien wieder sind leicht ab- 40 tötbar, wie das Günther und Thierfelder'sche Bakterium, der *Bac. acidi paralactici* Kozai und die von E. Kayser isolierten Bakterien.

Nach den Angaben über die Optimal- und Maximaltemperaturen mag es scheinen, als ob die Milchsäurebakterien der *Aerogenes*-Gruppe etwas höhere Temperatur lieben als die der Sammelart *Streptococcus* 45 *lacticus*, und sicher ist das der Fall bei den Linksmilchsäure erzeugenden Bakterien. Dagegen läßt sich bis jetzt noch nicht ersehen, ob die eine oder andere Art eine höhere Abtötungstemperatur erfordert. Jedenfalls aber wird das Verhalten der Milchsäurebakterien zu den verschiedenen Temperaturen überhaupt durch die in ihrem gewöhnlichen Nährmedium 50 herrschenden Temperaturverhältnisse stark beeinflußt.

Temperatur in °C	55	60	65	70	75	80	darüber
	Dauer der Erhitzung in Minuten						
Bact. lactis acidi Günther und Thierfelder (1)		10 (3: starke Abschwächung)					
Bact. lactis acidi Schweitzer (1)			15				
Bact. lactis acidi aus Käse von Freudenreich und Thöni (1)		mehr als 30	mehr als 15	5			
Bac. acidi paralactici Kozai (1)			5				
Bac. acidi laevolactici Kozai (1)			15				
Micr. acidi paralactici liquefaciens Kozai (1)				15			
Micr. acidi lactici liquef. Krueger nach Appel (1)						in kurzer Zeit	
Micr. lactis acidi Marpmann (1)				5			
Milchsäurebakterie aus Rahm Kayser (1)	15	5					
Bac. acidificans longissimus Lafar nach Henneberg			5				
Bact. casei α (E. von Freudenreich und J. Thöni (1))		mehr als 30	mehr als 5	mehr als 5			bei 90° C in kurzer Zeit, bei 100° C sofort
„ „ *γ* (E. von Freudenreich und J. Thöni (1))		mehr als 30	5	5			
„ „ *δ* (E. von Freudenreich und J. Thöni (1))		mehr als 30	5	5			
„ „ *ε var. R* (E. von Freudenreich und J. Thöni (1))		mehr als 30	5	5			
„ „ *ε var. M* (E. von Freudenreich und J. Thöni (1))		mehr als 30	mehr als 15	5			
Bact. pabuli acidi I (E. Weiss (1))		mehr als 60		15			
„ „ „ *II* (E. Weiss (1))		mehr als 60		15			
„ „ „ *III* (E. Weiss (1))		60		15			
Bact. aerogenes Escherich nach Kayser (1)	15	5					

§ 27. Die Enzyme der Milchsäurebakterien.

Nachdem in den Hefen ein Enzym als Agens der Alkoholgärung nachgewiesen worden ist, lag die Vermutung nahe, daß auch die Milchsäuregärung auf die Tätigkeit eines besonderen Enzymes zurückzuführen sei. Schon Hueppe (1) glaubte, an seinem *Bac. acidi lactici* die Beobachtung gemacht zu haben, daß er sowohl Invertase wie auch Diastase erzeuge; eine Bestätigung dieser Angabe ist bis jetzt aber weiter nicht erfolgt. Dagegen hat W. Henneberg (1) für das *Bact. lactis acidi* Leichmann die Abscheidung von **Invertase** (s. 19. Kap. d. IV. Bds.) nachweisen können.

Von größerer Bedeutung ist der Nachweis eines den Milchsäurebakterien eigenen, die **Umwandlung des Milchzuckers in Milchsäure bewirkenden Enzyms** (Lactacidase?). Analog dem Verhalten der bisher bekannten enzymbildenden Bakterien hat man ein solches bei den Milchsäurebakterien ebenfalls in den Kulturmedien, also extracellulär gesucht, aber ohne Erfolg, wie die Versuche von R. Kayser (1) u. a. zeigen. Erst die

Anwendung des von M. Hahn zur Freilegung der Enzyme der Hefe ausgearbeiteten Verfahrens auf einige Schizomyceten (s. Bd. III, S. 123) hat den Beweis dafür erbracht, daß auch die Milchsäurebakterien durch ein Enzym wirken. Nachdem schon R. O. Herzog (1) unter Ed. Buchner's Leitung gezeigt hatte, daß der aus einer Reinkultur von *Bacillus acidi lactici* Hueppe mittelst Kieselgur erhaltene Preßsaft aus Milchzucker Milchsäure zu bilden vermag, ist durch Buchner (1) in Gemeinschaft mit J. Meisenheimer (1) auch für den *Bacillus acidificans longissimus* Lafar (*Bac. Delbrücki* Leichmann) das Vorhandensein eines die Säuerung hervorrufenden Enzyms festgestellt worden. Darnach muß man annehmen, daß allgemein den Milchsäurebakterien ein den Zucker in Milchsäure umwandelndes Enzym zukommt; bei den auch Rohrzucker vergärenden Milchsäurebakterien darf dann auch noch ein hydrolytisches Enzym (Invertase) vorausgesetzt werden.

Von einigen Forschern ist den Milchsäurebakterien auch die Produktion eines **peptonisierenden Enzyms** (vgl. Bd. III, S. 119 u. f.) zugeschrieben worden. Zuerst hat E. von Freudenreich (2 u. 3) das von seinen Emmentalerkäsen entnommenen Bakterien behauptet, indem er nachwies, daß Milch, in welcher die betreffenden Milchsäurebakterien gezüchtet worden waren, nach Verlauf mehrerer Wochen und bei beständiger Abstumpfung der Säure durch einen Vorrat von kohlensaurem Kalk, einen höheren Gehalt an löslichen Stickstoffsubstanzen enthielt als vor der Aussaat. Während die ungesäuerte Milch einen Gehalt an Stickstoff in löslicher Form von durchschnittlich 0,033 Proz. aufwies, betrug derselbe bei den *Bacilli casei* α und ε etwa 6-mal und bei den *Bacilli casei* γ und δ etwa 3-mal so viel, ein Streptokokkus dagegen ergab selbst nach zwei Monaten kaum mehr an löslichen Stickstoffverbindungen als ursprünglich vorhanden gewesen war. Entgegen den Befunden Freudenreich's stellte H. Weigmann (1) an Milchsäurebakterien der Art *Bacterium lactis acidi* Leichmann (*Streptococcus lacticus* Kruse), allerdings unter Belassung des durch die Gärung erzeugten Säuerungsgrades aber ebenfalls bei mehrmonatlicher Einwirkung, eine nur geringfügige, kaum das Doppelte betragende Vermehrung des in löslichen Stickstoffverbindungen in Milch vorhandenen Stickstoffes fest (nach 3 Monaten 0,086 Proz. gegen 0,048 Proz., und nach $4^1/_2$ Monaten 0,094 Proz. gegen 0,050 Proz., bei einem Säuregehalt von 0,73 Proz. Milchsäure). Die Angaben Weigmann's wurden durch Nicholson (1) und von M. W. Beijerinck (1) bestätigt, der von den „aktiven" Milchsäurebakterien, zu denen das *Bact. lactis acidi* Leichmann gehört, sagt, daß sie nicht die geringste peptonisierende Wirkung auf Eiweißkörper hätten. Ihnen schließen sich dann noch J. Schirokich (1), Leichmann und von Bazarewski (1), sowie C. Gorini (1) an, letzterer indem er zeigt, daß die Milchsäurebakterien von Freudenreich's selbst, sowie auch das *Bact. lactis acidi* kein Lab oder peptonisierendes Enzym abscheiden. Auch O. Jensen (2) findet bei seinen neuen eingehenden Untersuchungen über die durch die Freudenreich'schen Milchsäurebakterien bewirkten Umsetzungen in der Milch, daß das *Bact. lactis acidi* des Emmentalerkäses sterilisiertes Casein und Paracasein kaum anzugreifen vermag. Jensen meint zwar, daß das rohe Casein leichter aufgelöst werden dürfte, Beweise dafür bringt er aber nicht. Dagegen greifen einige andere der Milchsäurebakterien Freudenreich's Casein und Paracasein kräftig an; zwar nicht in dem Sinne, wie das die peptonisierenden Bakterien allgemein tun, daß sie nämlich Albumosen und Pepton in größerer Menge sowie durch weitere Einwirkung

Zersetzungsprodukte dieser Stoffe bilden, sondern indem sie das Casein direkt in diese letzten Produkte der Eiweißzersetzung, in Aminokörper und Ammoniak, umwandeln. So ist der *Bac. casei α* nach den Untersuchungen Jensen's ein ziemlich kräftiges „Caseinferment“, wenn nur die durch ihn gebildete Milchsäure mittelst Kreide abgestumpft wird. Ein proteolytisches Enzym konnte in den Kulturen dieser Bakterie nicht aufgefunden werden, aber Jensen vermutet, daß im *Bac. casei α* sowohl wie auch in den anderen Milchsäurebakterien Freudenreich's ein Endoenzym vorhanden ist. Eine noch kräftigere Eiweißzersetzung ruft der *Bac. casei ε* hervor, indem er größere Mengen Aminosäuren und etwas Ammoniak bildet. Aber auch hier liegt scheinbar keine eigentliche Peptonisierung vor, und ein proteolytisches Enzym, wenigstens ein Ectoenzym, ist ebenfalls nicht nachgewiesen. Die *Bacilli casei γ* und *δ*, welche Jensen selbst zu den Milchsäurebakterien der *Aerogenes*-Gruppe rechnet, greifen das Casein nicht an und bilden scheinbar nur aus den löslichen Eiweißstoffen der Milch eine Spur von Zersetzungsprodukten, ebenso wie das *Bact. lactis aerogenes* Escherich selbst.

Demnach würden die Milchsäurebakterien eine Peptonisierung im eigentlichen Sinne nicht und eine Zersetzung von Casein und Paracasein nur dann in einem merkbaren und beachtenswerten Grade bewirken, wenn die von ihnen erzeugte Säure entweder sogleich abgestumpft wird oder eine Säurebildung infolge mangelnder Kohlenhydrate überhaupt unmöglich ist. Daß verflüssigende Milchsäurebakterien, wie der *Micrococcus acidi lactici liquefaciens* Krueger, der verflüssigende Kokkus Freudenreich's, der *Micrococcus acidi paralactici liquefaciens Halensis* Kozai und andere ein peptonisierendes Enzym abscheiden, geht schon aus der durch ihre Benennung angegebenen Eigenschaft der Auflösung der Gelatine hervor.

§ 28. Die Lebensdauer der Milchsäurebakterien unter verschiedenen Verhältnissen und Degenerationserscheinungen an denselben.

Wie die im vorhergehenden Kapitel gegebenen Beschreibungen des Wachstums der Milchsäurebakterien erkennen lassen und auch in diesem Kapitel erwähnt ist, gedeihen die Milchsäurebakterien auf den künstlichen Nährböden nur schlecht. Es liegt deshalb nahe, anzunehmen, daß auch die Lebensdauer derselben in diesen überhaupt keine sehr lange sein wird. Nach den in der Literatur gemachten Angaben scheint das aber nicht der Fall zu sein. So hat E. Kayser (1) gefunden, daß eine Milchsäurebakterie aus Rahm sowohl wie eine solche aus Sauerkraut bei fortgesetzter Fortzüchtung in der gleichen Nährflüssigkeit nach mehreren (4 resp. $5^1/_2$) Monaten noch kräftig säuerte. E. von Freudenreich's (1) *Bacillus casei α* war in hoher Bouillonschicht noch nach 6 Wochen lebensfähig. N. P. Schierbeck (1) fand das *Bact. lactis acidi* Leichmann bei fortgesetzter Impfung in Cibil's zuckerfreier Bouillon oder in Cibil's Nährgelatine nach 3 Monaten in seiner Gärkraft nicht im mindesten geschwächt. Auch auf festen Nährböden ist eine recht lange Lebensdauer konstatiert. So waren Stichkulturen von *Bac. acidificans longissimus* (*Bac. Delbrücki*) in mit Kreide versetztem Würzeagar noch nach $2^1/_2$ Monaten, und solche von *Bac. Delbrücki var. α* nach 7 Monaten noch lebensfähig, wenngleich nicht ganz mehr so gärkräftig.

Ueberhaupt scheinen die meisten Milchsäurebakterien ein vorsichtiges

Eintrocknen gut zu ertragen und dann eine sehr lange Lebensdauer zu besitzen. E. Kayser übertrug Milchsäurebakterien auf Papierstreifen und bewahrte sie teils bei 25 ° C, teils bei kühler Temperatur auf. in allen Fällen vermochten die Organismen noch nach 3 Monaten Milch zum Gerinnen zu bringen. Ebenso berichtet G. Troili-Petersson (1), daß Milchsäurebakterien in frisch koagulierter Milch an Seidenfäden eingetrocknet noch nach 3½ Monaten die Milch zum Gerinnen brachten. Bei ihrem *Bact. lactis longi* hat sie die an Seidenfäden angetrockneten Bakterien noch nach 5½ Monaten entwicklungsfähig gefunden. Diese Angaben erreichen aber sicher noch nicht das Höchstmögliche. So berichtet H. Weigmann (1), daß sog. Trockenkulturen von Milchsäurebakterien, wie sie zur Bereitung von Säureweckern (s. d. 18. Kap.) zur Ansäuerung des Rahmes für die Buttergewinnung verwendet werden, noch nach einigen Jahren lebensfähige Individuen enthielten, indem die Trockenkultur nach einigen Umimpfungen in Milch diese wieder säuerte und gerinnen machte. Damit steht die Beobachtung E. von Freudenreich's und J. Thöni's (1) in Uebereinstimmung, daß auch das *Bact. lactis acidi* aus Käse bei der Eintrocknung im Vakuum und bei Aufbewahrung bei gewöhnlicher Temperatur über 312 Tage lang (weiter wurde die Beobachtung nicht fortgesetzt) sich lebensfähig erhalten hat. Von den anderen Käsemilchsäurebakterien zeigten eine Ausdauer gegen Austrocknung bei gewöhnlicher Temperatur der *Bacillus casei α* von 135, der *Bac. casei ε* von nur ca. 10, der *Bac. casei γ* von 67 und der *Bac. casei δ* von 34 Tagen. Bei Bruttemperatur ist die Lebensdauer eine sehr viel kürzere, so beim *Bact. lactis acidi* aus Käse gegen 45—50 Tage, beim *Bac. casei α* nur 8 Tage, beim *Bac. casei γ* nur 2 Tage; die anderen Käsemilchsäurebakterien konnten das Eintrocknen bei Bruttemperatur überhaupt nicht überleben. Auch W. Henneberg empfiehlt, die Kulturen von Milchsäurebakterien bei niedriger Temperatur (18 ° C) aufzubewahren.

In **sterilisierter Milch,** in welcher die Milchsäurebakterien den künstlichen Nährmedien gegenüber sehr viel besser, jedoch roher Milch gegenüber sowohl nach Boekhout und Ott de Vries (1), wie nach Chodat und Hoffmann-Bang (1) und ferner auch nach F. Sidler (1) und W. Silberschmidt (1) schlechter wachsen. nimmt die Lebensenergie, namentlich aber das Säuerungsvermögen, nach einer durch längere Zeit fortgesetzten Umimpfung ab, wenn die von der Bakterie erzeugte Säure nicht auf irgendwelche Weise beseitigt wird. So behielt Storch's (1) Milchsäurebakterie Nr. 18 ihr Säuerungsvermögen in saurer Milch über 40 Tage lang ziemlich ungeschwächt. säuerte dann aber erst innerhalb 5 Tagen. Andere Bakterien verloren die Lebensfähigkeit schon nach 3—4 Wochen. Auch die von G. Troili-Petersson (1) isolierten Stämme des *Bact. lactis acidi* blieben nur etwa 3—4 Wochen lebensfähig. Ebenso beobachtete H. Weigmann (1) eine Verminderung der Säuerungskraft nach 35 Tagen; die vorher innerhalb 24 Stunden eingetretene Gerinnung verzögerte sich um eben dieselbe Zeit, blieb dann aber konstant. Etwas länger erhält sich die Lebens- und Säuerungsenergie, wenn die Bakterien nach erfolgter Säuerung jedesmal in frische Milch umgeimpft werden. Aber in allen Fällen hängt die Lebensdauer der Stämme in den verschiedenen Nährmedien offenbar von der denselben von vornherein innewohnenden Energie ab; denn anders würde man sich die leicht zu machende Beobachtung nicht erklären können. daß bei der Fortimpfung von Milchsäurebakterienstämmen sowohl in Milch wie auf

künstlichen trockenen Nährböden sich in der Lebensdauer eine so große Verschiedenheit zeigt. Während manche Stämme sich kaum $^1/_4$—$^1/_2$ Jahr weiterzüchten lassen und dabei allmählich ihr Säuerungsvermögen verlieren, schließlich die Milch sogar schleimig machen, lassen sich andere Stämme leicht 1—1$^1/_2$, ja sogar bis 2 Jahre ohne merkliche Schwächung 5 der Gärungsenergie von Milch zu Milch fortimpfen.

Durch eine beständige Abstumpfung der Säure wird die Lebensdauer der Bakterien erklärlicherweise erhöht. In demselben Sinne wirken auch solche andere Bakterien und höhere Pilze, welche entweder die Säure durch Erzeugung alkalischer Stoffe neutralisieren oder aber 10 aufbrauchen, gewissermaßen verzehren, wie *Oidium lactis* und andere Eumyceten. G. Troili-Petersson (1) fand die an sich kurze Lebensdauer ihrer Milchsäurebakterienstämme durch die Anwesenheit von *Oidium lactis* bis zu 2$^1/_2$ Monaten verlängert.

Ueber das **Verhalten** der **einzelnen Individuen** eines Bakterien- 15 stammes bei der Fortzüchtung sind von N. P. Schierbeck interessante Beobachtungen gemacht worden (vgl. Bd. I, S. 367 u. f.). Er hat bei der Prüfung einzelner Kolonien einer Reinkultur immer eine Ungleichheit in der Säuerungskraft beobachtet, die sich fortsetzt, wenn von den kräftiger säuernden Bakterien wieder Kulturen angelegt wurden. Dabei 20 war die säuerungskräftigste Abzweigung immer seltener geworden als die etwas weniger kräftige, welche also die widerstandsfähigere sein mußte. Bei der Fortzüchtung der Abzweigungen mit verschiedener Säuerungskraft in Milch blieb der Grad derselben erhalten, so daß man also gewissermaßen von künstlich geschaffenen Rassen sprechen kann. 25 Solche konnten in kurzer Zeit dadurch erhalten werden, daß eine lebenskräftige Bakterie in Karbol-Milch von 0,18 Proz. Karbolsäuregehalt täglich fortgeimpft wurde. Nach mehreren solchen Umimpfungen gelang es, neue Kulturen zu erzeugen, die bei weiterer Kultivierung in gewöhnlicher Milch einen verschiedenen aber konstanten Gärungsgrad hatten; die 30 35. Karbolkultur brachte die Milch bei einem Säuerungsgrad von 49—50 (Pfeiffer) nicht mehr zum Gerinnen. Der Abschwächung in der Gärkraft geht eine geringere Vermehrungsfähigkeit, dagegen eine größere Widerstandskraft parallel. Schierbeck hält es auf Grund seiner Untersuchungen für wahrscheinlich, daß das Bestehen von gärungshemmenden 35 bzw. gärungsfördernden Faktoren im Medium zur Rassenbildung Anlaß gibt.

Die **Variabilität** der Milchsäurebakterien infolge fortgesetzter Züchtung auf künstlichen Nährböden erstreckt sich, wie G. Leichmann und S. von Bazarewski (1) gezeigt haben, nicht bloß auf physiologische 40 sondern auch auf kulturelle und selbst auf morphologische Merkmale derselben; sie ist dann eine Folge von Degenerationserscheinungen. Die genannten Forscher konstatierten an ihren *Bact. casei I, II* und *III* nach zweijähriger Züchtung teils in Molkengelatine, teils in Fleischwasser-Gelatine oder -Agar das Auftreten von feinen wurzelförmigen Ausläufern an der 45 sonst drahtförmigen Stichkultur. Aehnliche Erscheinungen konnten auch gelegentlich an *Bact. lactis acidi* beobachtet werden. W. Henneberg konnte das gleiche Verhalten der letzteren Art übrigens schon nach viermonatlicher Züchtung auf Hefenwasser- und Fleischsaft-Gelatine und noch besser in Gelatine mit ungehopfter Würze feststellen. Diese Ab- 50 weichungen vom normalen Wachstum in der Stichkultur waren nicht ohne Einfluß auf die Form der Kolonien auf den Plattenkulturen, namentlich auf die der Oberflächenkolonien. Bei *Bact. casei I* und *II* waren

die Abweichungen gering, dagegen traten sie deutlich bei *Bact. casei III* und bei *Bact. lactis acidi* hervor. Das erstere gab auf gewöhnlicher Nährgelatine teilweise 3—4-mal größere Kolonien, die aus zahllosen feinen, konzentrischen Fäden bestanden, so daß sie wie junge Schimmel-
5 pilzkolonien aussahen. Auch die auf Molkengelatine entstandenen, anscheinend normalen, runden Kolonien erwiesen sich bei schwacher Vergrößerung als unregelmäßig rund und mit allerdings spärlichen, zarten, kurzen, fadenförmigen Ausläufern versehen. Die Strichkultur auf gewöhnlicher Gelatine glich einem schmalen länglichen überaus fein
10 gefiederten Blatte. Das *Bact. lactis acidi* lieferte neben den meist normalen Kolonien auch solche die wie zierliche, aus feinsten Fäden locker gewundene Knäulchen oder vielstrahlige Sternchen aussahen. Die Bakterien von solchen Kolonien zeigten die Erscheinungen beginnender Degeneration. Bei *Bact. casei III* waren die Individuen länger gestreckt
15 und traten häufig in Kettenverbänden auf, ebenso hatten sich beim *Bact. lactis acidi* die Stäbchen kettenförmig aneinander gereiht, so daß sie wie lange, schlanke Stäbchen aussahen. Diese brachten die Milch bei 34° C erst im Verlaufe einiger Wochen zur Gerinnung.

Literatur

zum Kapitel Biologie der Milchsäurebakterien.

***Adametz,** L., (1) Landw. Jahrbücher, 1889, Bd. 18, S. 227. ***Appel,** O., (1) In: Backhaus und Appel, 5. Ber. d. landw. Instit. d. Univers. Königsberg i. Pr., 1900, S. 73. ***Beijerinck,** M. W., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1902, Bd. 25, S. 531. ***Boekhout,** F. W., und **Ott de Vries,** J. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 817. ***Buchner,** Ed., und **Meisenheimer,** J., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1903, Bd. 36, S. 634. ***Burr,** R., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 236. ***Chassevant,** A., und **Richet,** Ch., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1893, Bd. 117, S. 673. ***Chodat,** M. B., und **Hoffmann-Bang,** N. O., (1) Ann. Pasteur, 1901, Bd. 15, S. 37. ***Emmerling,** O., (1) Die Zersetzung stickstofffreier organ. Substanzen durch Bakterien. Braunschweig 1902. ***Esten,** W. M., (1) Storrs Agric. Exp. Stat. Storrs Conn. 1896. ***Fischer,** E., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1894, Bd. 27, S. 2985; 1895, Bd. 28, S. 1429. ***Fraenkel,** C., (1) Hyg. Rundsch., 1894, Bd. 4, S. 769. ***Freudenreich,** Ed. **von,** (1) Ann. de microgr., 1889/90, Bd. 2, S. 257. — (2) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1897, Bd. 11, S. 85. — (3) Ebenda, 1898, Bd. 12, S. 279. — (4) Ebenda, 1902, Bd. 16, S. 91. ***Freudenreich,** Ed. **von,** und **Thöni,** J., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1904, Bd. 18, S. 525. ***Gorini,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 78. ***Günther,** C., und **Thierfelder,** H., (1) Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 25, S. 164. ***Hayduck,** M., (1) W. f. Brauerei, 1887, Bd. 4, S. 285. ***Henneberg,** W., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1903, Bd. 26, S. 226. ***Herzog,** R., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1903, Bd. 37, S. 381. ***Hirschfeld,** E., (1) Pflügers Archiv, 1890, Bd. 47, S. 510. ***Hueppe,** F., (1) Mitt. Kais. Ges.-Amt, 1884, Bd. 2, S. 309. ***Jensen,** O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 196. — (2) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1904, Bd. 18, S. 314. ***Kayser,** E., (1) Ann. Pasteur, 1894, Bd. 8, S. 737. ***Kozai,** Y., (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 31, S. 337. ***Leichmann,** Gg., (1) Milchztg., 1894, Bd. 23, S. 523. — (2) Ebenda, 1896, Bd. 25, S. 67. ***Leichmann,** Gg., und **Bazarewski,** S. **von,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 245. ***Mac Donnell,** M. E., (1) Dissert., Kiel 1899. ***Marpmann,** G., (1) Ergänzungshefte z. Centralbl. f. allg. Gesundheitspfl., 1889, Bd. 2, H. 2, S. 117. ***Marshall,** Ch. E., (1) Centralbl f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 739. ***Mayer,** Ad., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1891, Bd. 14, S. 183 und Die Gärungschemie etc., 4. Aufl., Heidelberg 1895. ***Müller,** Alex., (1) Cit. n. Leichmann (2). ***Nicholson,** (1) Thesis f. Master's Degree, Univ. of Wisc. 1902. ***Richet,** Ch., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1892, Bd. 114, S. 1494. ***Schierbeck,** N. P., (1) Arch. f. Hyg., 1900, Bd. 38, S. 294. ***Schirokich,** J., (1) Ann. Pasteur, 1898, Bd. 12, S. 400. ***Schweitzer,** G., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 501. ***Sidler,** F., (1) Arch. f. Hyg., 1903, Bd. 47, S. 387. ***Silberschmidt,** W., (1) Deutsch. med. Wochenschr., 1903, Bd. 29, Nr. 27/28. ***Storch,** V., (1) 18. Beretning kgl. veter. landobhojsk. Laborat. f. landök. Forsög. Kopenhagen 1890. ***Strauß** und **Bialacour,** (1) Z. f. klin. Med., Bd. 28, Nr. 5 u. 6. ***Thiele,** R., (1) Z. f. Hyg., 1904, Bd. 46, S. 402. ***Troili-Petersson,** G., (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 32, S. 361. ***Wehmer,** C.,

(1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 625. ***Weigmann,** H., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 593. — (2) s. Freudenreich (4). ***Weiss,** E., (1) J. f. Landwirtschaft, 1899, Bd. 47, S. 141.

(Manuskript-Einlauf 28. Febr. 1905.)

6. Kapitel.

Bacterium coli commune und Bacterium lactis aerogenes im Molkereigewerbe.

§ 29. Bacterium coli commune und dessen Varietäten.

Unter denjenigen Bakterien, welche in Milch nie fehlen, sind in erster Linie die der *Coli-* und der *Aerogenes*-Gruppe zu nennen. Sie sind ständige Bewohner tierischen Kotes und gelangen deshalb leicht in die Milch. Die beiden Gruppen umfassen eine große Zahl morphologisch 5 und biologisch ähnlicher Bakterien, ja sie stehen selbst einander so nahe, daß man geneigt ist, sie zu einer Gruppe zu vereinigen. Wie im 4. Kapitel schon erwähnt, stehen sie auch zu den Milchsäurebakterien in engster Beziehung, wenigstens besteht über die Zugehörigkeit des *Bacillus acidi lactici* Hueppe und der ihm verwandten, stärkeres Ober- 10 flächenwachstum zeigenden Varietäten zur Gruppe des *Bacillus aerogenes* Kruse, deren exquisitester Vertreter das *Bact. lactis aerogenes* Escherich ist, kein Zweifel mehr. Von den Milchsäurebakterien der Sammelart *Streptococcus lacticus* Kruse unterscheiden sich die *Coli-* und *Aerogenes*-Bakterien nach G. Leichmann (1) dadurch, daß letztere auch in zucker- 15 freier Bouillon wachsen, erstere nicht. Um die Bouillon zuckerfrei zu machen, braucht man nur *Bact. lactis acidi* in ihr wachsen zu lassen, sie dann zu klären und von neuem zu sterilisieren; in solcher Bouillon wächst *Bact. lactis acidi* nicht mehr, wohl aber wachsen *Coli-* und *Aerogenes*-Bakterien. 20

Eine Beschreibung des *Bacterium coli commune* ist auf S. 93 des III. Bandes gegeben, es erübrigt noch, hier die von ihm aus Zucker erzeugten Säuren sowie sein Verhalten zu Milch zu besprechen. Trauben- und Milchzucker werden, unter Bildung von viel Kohlensäure und Wasserstoff in verschiedenem Verhältnis, zu Essigsäure, Bernsteinsäure und 25 wenig Ameisen- und Milchsäure sowie etwas Alkohol umgesetzt. Von Penington und Kusel (1) ist außer jenen beiden Gasen auch Methan und Stickstoff in dem vom *Bact. coli* produzierten Gasgemisch gefunden, dabei wird in der jungen Kultur hauptsächlich Kohlensäure, mit fortschreitendem Alter derselben mehr und mehr Wasserstoff, Methan und 30 Stickstoff gebildet. Nitrate und andere sauerstoffreiche Salze werden reduziert. Diese Eigenschaft findet, wie im 13. Kapitel des Näheren ausgeführt wird, in der Käserei zur Verhütung der Blähung praktische Anwendung. Von den Säuren betragen nach Oppenheimer (1) die flüchtigen 70 Proz., die nicht flüchtigen 30 Proz. der Gesamtmenge. (Ueber das 35 physikalische Verhalten der Milchsäure vgl. S. 60). Manche Rassen vergären außer Trauben- und Milchzucker auch Rohrzucker. In Peptonbouillon wird Schwefelwasserstoff und Indol gebildet, doch ist nach

T. Matzuschita (1) die Indolbildung keineswegs eine konstante Eigenschaft, wie K. B. Lehmann und R. Neumann annehmen.

In Milch tritt infolge Säurebildung mehr oder weniger bald Gerinnung ein. Nach K. B. Lehmann ist das ein Charakteristikum für das *Bact. coli*, nach Matzuschita (1) wie nach Radzievsky (1) und nach eigener Erfahrung gibt es aber auch Colibakterien, welche Milch nicht zum Gerinnen bringen. Der Geschmack und auch der Geruch der Milch ist im Anfang manchmal nicht unangenehm, geht aber später immer in einen scharfen, fauligen, meist auch bitteren über. Bei manchen Rassen tritt der bittere Geschmack schon bald auf (s. das 11. Kapitel).

Nach E. von Freudenreich (1) sind die Umsetzungen des *Bact. coli* in Milch etwas verschieden, je nachdem derselben Neutralisierungsmittel zugesetzt sind oder nicht. Im ersteren Falle entsteht nämlich nach mehreren Tagen alkalische Reaktion, fauliger Geruch und Indol, im letzteren Fall nicht: die Gegenwart der Säure verhindert die Einwirkung der Bakterien auf die Eiweißstoffe, während, wie Untersuchungen erwiesen haben, in Gegenwart von Neutralisierungsstoffen das Casein stärker zersetzt wird. Nach A. G. Taylor (1) geht die Caseinzersetzung durch *Bact. coli commune* überhaupt nicht weiter als bis zur Bildung von Albumosen.

Das Vorkommen des *Bact. coli commune* in Milch darf ein regelmäßiges genannt werden, da es nicht bloß, wie schon erwähnt, ein stetiger Bewohner des Tierkotes ist, sondern sich auch auf Stroh und Heu und anderen Futtermitteln findet. E. Wüthrich und E. von Freudenreich (1) haben es z. B. in ganz besonderer Menge bei Rübenfütterung im Kuhkot gefunden, was H. Weigmann (1) bestätigen konnte. Welche Bedeutung den Colibakterien im Molkereigewerbe zukommt, darüber ist noch wenig bekannt, doch dürften sie vermöge der von ihnen erzeugten fauligen Produkte im allgemeinen weder bei der Butter- noch bei der Käsebereitung zur Erhöhung des Wohlgeschmackes beitragen. Von einigen Rassen ist bekannt, daß sie an Käsen fehlerhafte Erscheinungen und Geschmacksrichtungen verursachen.

Germano und Maurea (1) unterscheiden auch ein unbewegliches *Bact. coli*, das ebenfalls in Milch vorkommt und an der Säuerung mitbeteiligt sein soll. Die von Petri und von Lewandowski (1) beschriebenen indolbildenden Milchsäurebakterien sind möglicherweise mit diesem *Bacillus coli immobilis* identisch.

§ 30. Bacterium lactis aerogenes und dessen Varietäten.

Das *Bacterium lactis aerogenes* sowie die ganze Sammelart *Bac. aerogenes* unterscheidet sich morphologisch und kulturell nur sehr wenig, in manchen Varietäten oder Stämmen fast gar nicht von *Bacterium coli* und seinen Varietäten. Das einzige durchgreifende Merkmal — so lange es noch als solches gelten kann — ist die Unbeweglichkeit des *Bacillus aerogenes* und das Fehlen von Geißeln an ihm. Der Nachweis dieser ist nach Matzuschita (1) sicherer, d. h. der Zustand der Beweglichkeit und Begeißelung erhält sich länger, wenn die Kultur in Bouillon und bei 20° C (und nicht auf Agar und bei 37° C, wie dies allgemein üblich ist) vorgenommen wird.

Die Zellen des *Bact. lactis aerogenes* sind gewöhnlich etwas plumper und kürzer als die des *Bact. coli*, 0,5—1,0 μ breit und 1—2 μ lang.

Nach J. C. Th. Scheffer (1) bewirkt ein länger andauerndes anaerobes Wachstum bei *Bact. lactis aerogenes* eine starke Verlängerung der Bakterienzellen. Was die Färbbarkeit nach Gram anlangt, die dem *Bact. lactis aerogenes* ebenso mangelt wie dem *Bact. coli*, so scheinen Abweichungen von der Regel vorkommen zu können, die zugleich auch im physiologischen Verhalten zum Ausdruck kommen. So beobachtete Y. Kozai (1) an einigen Milchsäurebakterien der *Aerogenes*-Gruppe eine Färbbarkeit nach Gram und zugleich ein schwächeres Wachstumsvermögen sowie ein abnormales physiologisches Verhalten, indem die genannten Bakterien im färbbaren Stadium große Mengen Linksmilchsäure und geringe Mengen Bernsteinsäure bildeten, während die nicht färbbaren Bakterien nur geringe Mengen Linksmilchsäure, dagegen neben Alkohol, Essigsäure und Ameisensäure größere Mengen Bernsteinsäure produzierten.

Die Stichkultur in Gelatine unterscheidet sich für gewöhnlich von der trockenen Nagelkultur des *Bact. coli* durch ein saftiges mit Blasen durchsetztes Oberflächenwachstum; in älteren Kulturen werden die oberen Schichten trüb. Das Wachstum im Stich reicht weiter, als das bei aeroben Bakterien sonst der Fall ist, in die Tiefe.

Im Verhalten gegen Milch zeigt sich bei *Bact. lactis aerogenes* die Eigentümlichkeit, daß sich infolge der starken Gasbildung das Casein in groben, mit Gas durchsetzten Klumpen ausscheidet. Nicht selten tritt die Gerinnung aber erst spät ein. Entgegen der allgemeinen Annahme, daß die Gerinnung der Milch durch *Bact. lactis aerogenes* eine Folge der Säureproduktion dieser Bakterien ist, hält M. Schroeder (1) im Gegensatz zu Gorini (1) eine solche auch durch ein von der Bakterie abgeschiedenes Labferment für möglich. Es ruft nämlich der Zellsaft der Bakterie auch in der mit (0,6 Proz.) Karbolsäure versetzten Milch bei 37 ° C in 3—5 Tagen Gerinnung hervor und diese konnte durch einen Zusatz von Ammoniumoxalat verhindert werden. Rohrzucker, Milchzucker und Traubenzucker vergärende Enzyme konnten dagegen nicht konstatiert werden. Der Zellsaft ist übrigens für Meerschweinchen giftig (0,012 g auf 100 g Meerschweinchen sind tödlich) und verliert diese Eigenschaft selbst durch 20 Minuten langes Erhitzen auf 120 ° C nicht.

Die in Milch vom *Bact. lactis aerogenes* erzeugten Stoffwechselprodukte sind nach A. Baginsky (1) folgende: Der Milchzucker wird zu 78,2 Proz. vergoren und dabei ein Gas gebildet, das im Verhältnis von 31,32 : 52,48 : 16,20 aus Kohlensäure, Wasserstoff und Methan besteht. Außer dem Gas wird in nicht sehr großer Menge Essigsäure, in ganz geringer Menge Milchsäure und Aceton erzeugt. Die Menge der Essigsäure überwiegt die der Milchsäure immerhin so, daß Baginsky das *Bact. lactis aerogenes* als *Bac. aceticus* zu bezeichnen geneigt war. Das im Gasgemenge vorhandene Sumpfgas darf wohl als ein weiteres Zersetzungsprodukt der Essigsäure angesehen werden. Eine Einwirkung auf die Eiweißstoffe erfolgt so gut wie nicht, jedenfalls sind keine Fäulnisprodukte nachweisbar. Neutrale milchsaure Salze vermag das *Bact. lactis aerogenes* in Buttersäure überzuführen. O. Emmerling (1) bestätigt, daß bei der Umsetzung des Milchzuckers durch *Bact. lactis aerogenes* in der Hauptsache Essigsäure gebildet wird, dagegen kann er Milchsäure nicht finden, wofür er wieder das Auftreten erheblicher Mengen Bernsteinsäure konstatiert — neben 6,5 g Essigsäure 2,5 g Bernsteinsäure. Außerdem findet er Spuren von Alkohol und als ein neues Umsetzungsprodukt des Milchzuckers Galactan, zwar in geringer Menge, aber doch hinreichend, um eine größere Menge Flüssigkeit

schleimig zu machen. Es kommt auch tatsächlich des öfteren vor, daß Milch durch *Bact. lactis aerogenes* schleimig gemacht wird. Glucose wird zu viel Essigsäure, etwas inaktiver Milchsäure und Spuren von Bernsteinsäure und Alkohol vergoren. Mannit dagegen bildet wieder viel 5 Bernsteinsäure und wenig flüchtige Säuren, daneben größere Mengen Alkohol (aus 100 g Mannit 15 ccm). Indol wird nicht erzeugt.

Ebenso wie EMMERLING kann auch O. JENSEN (1) bei der Vergärung des Milchzuckers in Milch Milchsäure nicht finden; für Bernsteinsäure stellte sich bei dem weit fortgeschrittenen Stadium der Gärung 10 Propionsäure ein, ferner etwas Alkohol und Ameisensäure. Die Milch war zugleich stark fadenziehend, enthielt also wohl Galactan. Casein wurde nur wenig angegriffen. Die dem *Bact. lactis aerogenes* sehr nahestehenden Bakterien *Bacillus casei* γ und *Bac. casei* δ (s. S. 71 u. 72) bilden dagegen wieder Milchsäure; daneben Bernsteinsäure resp. die bei 15 weiterer Vergärung daraus entstehende Propionsäure, in der Hauptsache aber Essigsäure, etwas Ameisensäure und Alkohol. Auch diese Bakterien greifen das Casein fast gar nicht an.

Die durch die *Aerogenes*-Bakterien in Milch hervorgerufenen Geschmacks- und Geruchsprodukte sind im Anfang nicht immer unangenehm, 20 zuweilen sogar etwas aromatischer Natur (Ester), sie geben daher, wenn die Bakterien in geringer Zahl in Rahm und Butter vorhanden sind, dieser einen nicht unangenehmen, erfrischenden Geschmack. Beim Aelterwerden der Butter und wenn die *Aerogenes*-Bakterien in größerer Anzahl auftreten, wird der Wohlgeschmack beeinträchtigt. Für die Käsefabrikation sind 25 die *Aerogenes*-Bakterien durch ihre starke Gasbildung gefährlich, sie sind neben anderen Organismen die Erreger der in den ersten Tagen nach der Herstellung auftretenden Blähungserscheinungen an den Käsen. Die Gasbildung der *Aerogenes*- und *Coli*-Bakterien wird aber unterdrückt, wenn sie zusammen mit Milchsäurebakterien der Sammelart *Streptococcus* 30 *lacticus* auftreten und letztere in der Ueberzahl sind (siehe das 13. Kapitel). Daß die *Aerogenes*-Bakterien in Beziehung zu Euterkrankheiten stehen und bei Säuglingen Darmerkrankungen hervorrufen können, ist bereits im 1. und 2. Kapitel erwähnt.

Von den vielen Bakterien, welche außer den im 4. Kapitel auf- 35 geführten Milchsäurebakterien der Gruppe des *Bacillus aerogenes* angehören, mögen hervorgehoben sein: *Bact. aceticum* BAGINSKY, *Bact. tholoideum* GESSNER, *Bac. ubiquitus* JORDAN, *Bact. candicans* FRANKLAND, *Bact. Zürnianum* LIST, *Bac. capsulatus* SMITH, *Bac. chologenes* STERN und *Bac. pyogenes* ALBARRAN und HALLÉ. Auch *Micrococcus Sornthalii* ADAMETZ, 40 *Bact. diatrypeticum casei* BAUMANN sowie *Bac. casei* γ und *Bac. casei* δ E. VON FREUDENREICH sind Varietäten des *Bacillus aerogenes*. Der neuen Einteilung der Bakterien der *Coli*- und *Aerogenes*-Gruppe von M. W. BEIJERINCK wird auf S. 93 des III. Bandes Erwähnung getan werden.

Literatur

zum Kapitel Bact. coli commune und Bact. lactis aerogenes im Molkereigewerbe.

*__Baginsky,__ Adolf, (1) Z. f. physiolog. Chem., 1888, Bd. 12, S. 434. *__Emmerling,__ O., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1900, Bd. 33, S. 2477. *__Escherich,__ Th., (1) Die Darmbakterien des Säuglings. Stuttgart 1886. *__Freudenreich, E. von,__ (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1901, Bd. 15, S. 393. *__Germano__ und __Maurea,__ (1) Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allgem. Pathol., Bd. 12, S. 500. *__Gorini,__ C., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1902, Bd. 16, S. 22; Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 137. *__Jensen,__ O., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1904, Bd. 18, S. 314. *__Kozai,__ Y., (1) Z. f. Hyg., 1901, Bd. 38, S. 404. *__Leichmann,__ G., (1) In Kochs Jahresb.,

1900, Bd. 11, S. 212. ***Lewandowski,** (1) Deutsch. mediz. Wochenschr., 1890, Nr. 51. ***Matzuschita,** Teïsi, (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 211. (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 209. ***Oppenheimer,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 6, S. 586. ***Pennington** und **Küsel,** (1) Journ. Americ. Chem. Soc., 1900, Bd. 22, S. 556; ref. in Chem. Centralbl., 1900, Bd. II, S. 773. ***Radzievsky,** A., (1) Z. f. Hyg., 1900, Bd. 34, S. 369. ***Scheffer,** J. C. Th., (1) Arch. f. Hyg., 1897, Bd. 30, S. 298. ***Schröder,** M., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 732. ***Taylor,** A. G., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1902, Bd. 36, S. 487. ***Weigmann,** H., (1) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 148. ***Wüthrich,** E., und **Freudenreich,** E. **von,** (1) Jahresb. d. Molkereischule Rütti pro 1894, S. 29; Molkerei-Ztg., Berlin, 1895, Bd. 5, S. 570.

(Manuskript-Einlauf: 3. Mai 1905.)

7. Kapitel.

Die Buttersäuregärung.

§ 31. Geschichtliches über die Buttersäuregärung. Die älteren Beschreibungen von Buttersäurebakterien.

Die Buttersäuregärung ist in gleicher Weise wie die Milchsäuregärung schon seit längerer Zeit Gegenstand eifriger bakteriologischer Forschung gewesen, und hier wie dort haben erst die letzten Jahre etwas mehr Aufklärung über die Art des Gärungsvorganges wie namentlich über die Art der Erreger desselben gebracht. Die Schwierigkeiten, welche sich hier der Forschung entgegengestellt haben, sind vielleicht weniger in der Variabilität der hierher gehörenden Bakterienarten zu suchen als vielmehr in einigen anderen Umständen. Zunächst ist der Formenkreis, den die Buttersäurebakterien umschließen, ein sehr viel ausgedehnterer. Dieser Umstand bringt die Gefahr mit sich, daß verschiedene Formen derselben Bakterie als verschiedene Arten aufgefaßt werden, und er hat es verschuldet, daß das Studium der Arten unvollkommen bleiben mußte und neue Arten beschrieben werden konnten, die physiologisch gleich, aber morphologisch als verschieden galten, während sie doch nur einen bestimmten, den gegebenen Lebensbedingungen entsprechenden Formenkreis ein und derselben Art darstellten. Es kommen hinzu die großen Schwierigkeiten der Reinzüchtung teils in bezug auf die anaerobiotischen Züchtungsmethoden, teils in bezug auf die Wahl der Nährsubstrate, an welche ein Teil der Anaeroben hohe Ansprüche stellt. Ferner hat die Vergesellschaftung mit aeroben oder fakultativ anaeroben Bakterien nicht selten zu Täuschungen geführt. Nach Ueberwindung der methodischen Schwierigkeiten haben nun die vergleichenden Untersuchungen von Hibler's sowie das eingehende Studium einiger häufiger Arten unter verschiedenen biologischen Verhältnissen durch Schattenfroh und Grassberger eine sichere Grundlage für ein System der Buttersäurebakterien gebracht.

Bei der nachfolgenden Darstellung sind in historischer Reihenfolge die von den verschiedenen Forschern gegebenen Beschreibungen von Buttersäurebakterien nur dann kurz geschildert, wenn sie für die Förderung der Kenntnis der Buttersäuregärung von größerer Bedeutung gewesen sind.

Das Verdienst, den Vorgang der Buttersäuregärung im wesentlichen erkannt und aufgedeckt zu haben, gebührt wieder L. Pasteur (1). Er

fand, daß die Buttersäuregärung, wie sie nach dem von PELOUZE und GÉLIS (1) gegebenen Rezept (10-proz. Zuckerlösung wird mit Kreide und etwas altem Käse der Temperatur von 25—30° C ausgesetzt) verläuft, mit einer Milchsäuregärung anhebt, und daß dann der milchsaure Kalk
5 in buttersauren übergeführt wird und zwar mit Hilfe bestimmter Bakterien. PASTEUR hielt diese, ihrer großen Beweglichkeit wegen, für Infusorien (Vibrionen) und entdeckte an ihnen zugleich auch die Eigenschaft, daß sie luftscheu (anaerob) sind. Dieser *Vibrion butyrique* PASTEUR ist ein großes Stäbchen von 2 μ Breite und 2—15 μ Länge, an den
10 Enden abgerundet, einzeln und in Ketten vorkommend und sich durch exquisite Anaerobie auszeichnend.

Genauer hat sich zum erstenmal mit der Buttersäuregärung und deren Erreger A. PRAŹMOWSKI (1) beschäftigt. Seine als *Clostridium butyricum* bezeichnete Buttersäurebakterie ist ein dünnes, 3—10 μ langes,
15 bewegliches, streng anaerobes Stäbchen, das zuweilen längere, scheinbar ungegliederte Fäden bildet. Vor der Bildung der Sporen verdickt es sich entweder in der Mitte zu der von REINKE und BERTHOLD zum erstenmal beschriebenen Spindel- oder Weberschiffchen- (*Navicula-* oder *Clostridium-*)Form oder am Ende und bildet so die sogen. Kaulquappen-
20 form (s. Bd. I, S. 104, Fig. 12). Bei 30—35° C dauert der Vorgang der Sporenbildung 10—18 Stunden, die Auskeimung der reifen Sporen (s. Bd. I, S. 119, Fig. 17) bei gleicher Temperatur 4—5 Stunden. Sie halten ein 5 Minuten langes Kochen noch sehr gut aus, werden aber bei 15 Minuten Kochdauer getötet. Bei der Gärung von stärkehaltigen Substanzen,
25 Lösungen von Dextrin, Zucker, milchsaurem Kalk usw. entsteht neben Kohlensäure und Wasserstoff reichlich Buttersäure. PRAŹMOWSKI hat auch die Bildung jener als Granulose (s. Bd. I, S. 107 u. 282) bezeichneten Körper näher studiert, welche die Bakterie namentlich beim Wachstum in stärkehaltigen Substanzen, aber auch bei der Vergärung
30 von Glycerin, Mannit und milchsaurem Kalk in sich erzeugt. PRAŹMOWSKI hielt sein *Clostridium butyricum* für identisch mit dem *Bacillus amylobacter* TRÉCUL und VAN TIEGHEM und mit dem *Vibrion butyrique* PASTEUR. — Eine der vorgenannten morphologisch sehr ähnliche, jedoch aerob wachsende und Buttersäure nicht bildende Bakterie ist *Clostridium*
35 *polymyxa* PRAŹMOWSKI. Sie ist identisch mit dem später noch einmal zu erwähnenden *Granulobacter polymyxa* BEIJERINCK, das, wenn auch nur spurenweise, Butylalkohol bildet. Es mag hier mit angeführt sein, einmal weil es der Form nach in den hier behandelten Kreis von Bakterien gehört, und dann weil es sehr häufig in Milch vorkommt und bei der
40 Augenbildung wie wahrscheinlich auch bei der späteren, im Gärraum stattfindenden Blähung der Rundkäse nach Schweizer Art eine wichtige Rolle spielt.

Die von A. FITZ (1) bei seinen schönen chemischen Untersuchungen über die Buttersäuregärung benutzte Bakterie, die er für identisch mit
45 dem PASTEUR'schen *Vibrion butyrique* hielt, war leider nicht in Reinkultur verwendet worden, so daß auch die chemischen Resultate an Wert zurückstehen.

Während man nun bis dahin daran festgehalten hatte, daß die Buttersäuregärung anaerober Natur sei, bestritt F. HUEPPE (1) diese An-
50 schauung und gab als Beispiel eines aeroben Buttersäureerregers eine von ihm als *Bacillus butyricus* bezeichnete, in die Gruppe der Heubazillen gehörige Bakterie an. Da die Entstehung der Buttersäure in diesem Falle einer Zersetzung der Eiweißstoffe und nicht einer solchen von

Kohlenhydraten zu verdanken ist, so hängt es von der Auslegung des Begriffes Buttersäuregärung ab, ob man auch den *Bacillus butyricus* HUEPPE und ähnliche Bakterien als Buttersäuregärungserreger ansehen will oder nicht.

Als das Studium der Mikroorganismen durch die Einführung der KOCH'schen Reinzuchtmethoden wesentlich erleichtert wurde und auch für die Züchtung der anaeroben Bakterien bessere und einfachere Methoden gefunden waren, fand sich im Laufe der nächsten Zeit eine nicht unbeträchtliche Zahl von neuen Arten von Anaeroben und Buttersäurebakterien ein. Das Bestreben, die verschiedenen Formen streng zu unterscheiden und zu scharf umschriebenen Arten zu gelangen, führte zu einer Trennung mancher in der Tat nicht reinen Art in mehrere, sowie zu der Aufstellung von Arten, wo es sich nur um Standorts- oder Ernährungsmodifikationen oder auch, wie die nachfolgenden Forschungen gezeigt haben, um einen engeren Formenkreis einer einzigen formenreichen Art handelt. So mußte das *Clostridium butyricum* PRAŹMOWSKI bei der Prüfung durch M. GRUBER (1) drei neuen Arten Platz machen, von denen dann später zwei wieder zu einer Art verschmolzen wurden. GRUBER bezeichnete als *Bacillus amylobacter I* oder *Clostridium butyricum I* ein in flüssigen Nährmedien Ketten bildendes, gerades Stäbchen, welches vor der Sporulation in der Mitte anschwillt, also Clostridien bildet. Das *Clostridium butyricum II* ist ein schmächtiges, stets komma- oder sichelförmig gekrümmtes, bei der Sporenbildung am Ende (Kaulquappenform) anschwellendes Stäbchen mit merklich kleineren Sporen. Und das *Clostridium butyricum III* unterscheidet sich durch aerobes Wachstum und Verflüssigung der Gelatine; GRUBER hielt es für identisch mit dem *Bacillus butyricus* HUEPPE.

Zugleich auch führten die nun folgenden Forschungen der Gruppe der Buttersäurebakterien anaerobe, in Erde, speziell in Gartenerde, häufig vorkommende Bakterien zu, von denen ein nicht geringer Teil pathogene Eigenschaften zeigt. Die große Mehrzahl dieser Arten ist jedoch recht unvollständig studiert worden; von manchen anderen, genauer studierten steht auch heute noch nicht fest, inwieweit sie mit den neuen Arten identisch sind. Von LIBORIUS (1) sind angegeben: *Bac. oedematis maligni* (LIBORIUS), *Clostridium foetidum, Bac. polypiformis, Bac. muscoides* und *Bac. pseudooedematicus.* C. LÜDERITZ (1) beschreibt einen *Bac. liquefaciens magnus* und *B. l. parvus,* einen *Bac. radiatus, B. solidus* und *B. spinosus.*

Schon genauer studiert, namentlich nach der gärungsphysiologischen Seite hin, ist der von L. PERDRIX (1) im Pariser Leitungswasser gefundene *Bac. amylozyma.* Er wächst anaerob, ist beweglich, bildet Sporen und gedeiht nicht in säuerlichen und alkalischen Flüssigkeiten. Temperatur: Optimum 35° C, Minimum 16° C und Maximum 43° C. Verflüssigt Gelatine nicht. Auf Kartoffeln entstehen Vertiefungen durch Verflüssigung der Kartoffelmasse, wobei viel Gas erzeugt wird. Ueber die von ihm hervorgerufenen Umsetzungen siehe Seite 121.

Ein weiterer wichtiger Buttersäurebazillus ist der *Bac. butyricus* BOTKIN. Nach seinem Entdecker S. BOTKIN (1) soll er in der Natur eine außerordentliche Verbreitung haben, im Wasser, fast immer im Staube und in der Milch enthalten sein. Auch C. FLÜGGE (1) hat seine weite Verbreitung konstatiert und ihn auch in den Fäces der Säuglinge gefunden, während SCHATTENFROH und GRASSBERGER (1) immer einen anderen Buttersäurebazillus angetroffen haben. Sie fanden namentlich bei der von BOTKIN ange-

wandten Methode der Erhitzung von in Literflaschen mit Drahtbügelverschluß enthaltener Milch im strömenden Dampf während der Dauer von einer halben Stunde und nachfolgender Bebrütung meist den unbeweglichen Buttersäurebazillus, und diese Botkin'sche Methode wird noch zur Auffindung gerade dieser Buttersäurebakterie angewandt.

Fr. Sanfelice (1) beschreibt neun Anaeroben, welche den von Liborius und Lüderitz angegebenen mehr oder minder ähnlich sind.

Bereits zu einer besseren Umgrenzung einiger Buttersäurebakterien kommt auf biologischer Grundlage M. W. Beijerinck (1). Die Eigenschaft, Clostridien zu bilden und sich dabei mit granuloseartigen Körpern zu füllen, dient ihm zur Aufstellung der Gattung *Granulobacter*. Die unter diese Gattung zusammengefaßten Bakterien sind obligat oder temporär anaerobe (s. Bd. I, S. 313) Gärungserreger. Bei Gegenwart von Sauerstoffspuren entstehen schnell bewegliche Stäbchen. Die in der *Clostridium*-Form entstehenden Sporen können einige Sekunden bis Minuten auf 95—100° C erhitzt werden, ohne abzusterben. Die bei der Gärung entstehenden Gase sind immer Kohlensäure und gewöhnlich auch Wasserstoff, niemals wird Methan gefunden. Zu dieser Gattung gehören vier Arten: das die Butylalkoholgärung verursachende *Granulobacter butylicum*, dann der eigentliche Erreger der Buttersäuregärung, *Granulobacter saccharobutyricum*, ferner der Erreger der Buttersäuregärung in milchsauren Salzen, *Granulobacter lactobutyricum*, und schließlich das aerobe *Granulobacter polymyxa*. Die echte Buttersäurebakterie ist nach Beijerinck *Granulobacter saccharobutyricum*: sie erzeugt aus Zucker, am besten aus Glucose (schwieriger aus Maltose) Buttersäure, in wechselnder Menge Butylalkohol, Kohlensäure und Wasserstoff, und scheidet dabei Diastase ab. Die mikroskopische Form ist von der des *Granulobacter butylicum* nicht scharf zu unterscheiden: es sind aber die Clostridienformen etwas kleiner und die Granulosemenge geringer als bei *G. butylicum*, ebenso sind die Sporen kleiner. Anaerob. In Würzegelatine ein langsames Wachstum und kleine Kolonien. Gelatine wird nicht verflüssigt. Der Buttersäurepilz kommt stets in Getreidemehl, also auch auf Getreide und in Gartenerde vor. *Granulobacter lactobutyricum* ruft die spontane Buttersäuregärung des Calciumlactates hervor. Dieselbe wird durch die anaerobe *Clostridium*-Form bewirkt, wobei Calciumbutyrat, Wasserstoff, Kohlensäure, einige unbekannte Nebenprodukte, jedoch kein Methan gebildet werden. Die Clostridien sind gewöhnlich sehr kurz und dick, nur langsam beweglich. Die darin enthaltenen Sporen sind klein und mehr rund. Die sogen. Granulosekörper färben sich mit Jod violettblau. Diese *Clostridum*-Form geht leicht in eine aerobe, dem *Bac. subtilis* ähnelnde Bakterie über, welche Calciumlactat unter Bildung von Calciumkarbonat zersetzt, ohne Buttersäure zu erzeugen. Sie bildet in Reihen angeordnete Sporen, enthält keine Granulose und wird mit Jod gelblich gefärbt und verflüssigt Gelatine. Eine kurze Charakteristik des *Granulobacter polymyxa* ist oben schon gegeben worden.

C. Flügge (1) beschreibt vier anaerobe Bakterien, welche er mehr oder minder regelmäßig in Milch vorgefunden hat und die mit zu den Buttersäurebakterien gerechnet werden müssen. Seine *Anaerobe I*, die fast in jeder Milch enthalten ist, ist identisch mit *Bac. butyricus* Botkin. Ebenfalls häufig ist in Milch die *Anaerobe II* und noch häufiger als diese die *Anaerobe IV*; *Anaerobe III* fand Flügge nur einige Male in Milch. Die Formen *II* und *IV* kann man erhalten (und diese Methode dient auch zugleich zur Trennung vom *Bac. butyricus* Botkin), wenn man die

Milch anderthalb Stunden in kochendem Wasser oder strömendem Dampf erhitzt, wobei die Sporen des *Bac. butyricus* BOTKIN zugrunde gehen, während die der Anaeroben *II* und *IV* am Leben bleiben und durch Bebrüten bei 35° C in vegetativen Formen erhalten werden können. Die *Anaerobe II*, ein mäßig dickes, großes Stäbchen von geringer Beweglichkeit, bringt in Milch bei 37° C schon innerhalb 24 Stunden Gerinnung und schwache Gasentwicklung hervor; das Serum erscheint grünlich, der Geruch ist angenehm molkenartig, und es scheinen hauptsächlich nicht flüchtige Fettsäuren gebildet zu werden. Die Bakterie verflüssigt Gelatine und ist nicht pathogen. Die *Anaerobe IV* verflüssigt ebenfalls Gelatine und ruft in Milch bei 37° C innerhalb 24 Stunden feinflockige Gerinnung und Abscheidung grünlichen Serums hervor. Der Geruch ist anfangs aromatisch, nach 36—48 Stunden aber furchtbar stinkend. Die Bakterie ruft keine Erkrankungen, jedoch starke Reizerscheinungen hervor. Die Bakterie *III* FLÜGGE erregt in Zuckerbouillon starke Gasentwicklung und ranzigen Geruch; Milch zeigt selbst nach 8-tägiger Kultur bei 37° C kaum eine sichtbare Veränderung, hat aber giftige Wirkung auf Mäuse und Meerschweinchen.

W. KEDROWSKI (1) hat wieder die industrielle Darstellung der Buttersäure zum Ausgangspunkt der Forschung nach dem bzw. den Erregern der Buttersäuregärung gemacht. Er hat aus dem in Gärung begriffenen Material nach Erhitzen auf 80° C zwei anaerobe Bakterien gezüchtet, welche, da sie sich vollständig gleichen und nur in der Schnelligkeit des Wachstums und der Verflüssigung der Gelatine verschieden sind, als eine Form behandelt werden können. Dieser *Bacillus butyricus* KEDROWSKI bringt mit Wasserstoff luftfrei gemachte Milch mit saurer Reaktion zum Gerinnen, löst das Coagulum fast ganz auf und bildet dabei, wenn auch nur wenig, Buttersäure.

Ebenso ist eine nur gelegentlich Buttersäure erzeugende anaerobe Bakterie der *Bacillus oedematis maligni II* NOVY (1), an welchem dieser die interessanten Riesengeißeln beobachtet hat.

Der von V. VON KLECKI (1) beschriebene *Bacillus saccharobutyricus* erregt das Interesse des Milchbakteriologen wieder mehr, da er von seinem Entdecker aus Käse gezüchtet worden ist. V. VON KLECKI hat ihn nämlich erhalten, als er Stücke von altem Quargelkäse in eine Nährmischung gab, welche außer der PASTEUR'schen Lösung für die Buttersäuregärung noch Pepton und Milchzucker enthielt. Der Organismus gleicht dem *Bacillus amylozyma* PERDRIX. Vom *Bac. butyricus* BOTKIN unterscheidet er sich morphologisch wie physiologisch (er bildet keinen Butylalkohol und löst das Casein der Milch nicht auf), er ist aber identisch mit dem weiter unten erwähnten „beweglichen Buttersäurebazillus" von GRASSBERGER und SCHATTENFROH.

Die bisher bestehende Unsicherheit in der Unterscheidung der vielen Arten von Anaeroben und Buttersäurebakterien hat E. VON HIBLER (1) durch eine vergleichende Studie von 15 verschiedenen Anaeroben zu beseitigen versucht, indem er nach unterscheidenden Merkmalen forschte. Es sind bei dieser Untersuchung freilich mehr die pathogenen Bakterien berücksichtigt, da diese aber teilweise Buttersäurebildner sind, so verdienen sie auch vom gärungstechnischen Standpunkte aus Beachtung. Die Arbeit E. VON HIBLER's ließ vor allem erkennen, daß die morphologischen Verhältnisse der Anaeroben je nach der Zusammensetzung und Natur des Nährsubstrates und je nach der Vitalität der zur Kultur verwendeten Keime recht variabel sein können, wodurch

natürlich die Artbeschreibung und Identifizierung ganz außerordentlich erschwert werden. Die Gestalt der Bakterien bietet für die Unterscheidung der Arten wegen der Geringfügigkeit der Unterschiede keine Anhaltspunkte, und speziell sind die Kulturmerkmale je nach den Be-
5 dingungen, z. B. je nach dem Wassergehalt der Gelatine, so wechselnd, daß die Bakterien danach nicht bestimmbar sind. Am besten noch läßt sich die Form der Kolonien in hochgeschichteter zuckerfreier Gelatine (Schüttelkultur) beobachten: sie ist dann entweder ausgesprochen starr strahlig oder dendritisch nach Art der Schimmelpilzkolonien oder auch
10 ganz verworren; das Gefüge ist teils locker, teils fest. Verflüssigung der Gelatine tritt bei nur wenigen der 15 untersuchten Arten ein, so sehr langsam bei einem Pseudoödembazillus (VI) und beim *Bacillus enteritidis sporogenes* Klein, stärker beim *Clostridium foetidum*. Alle untersuchten Anaeroben bilden früher oder später Gas, am meisten in zucker-
15 haltiger Gelatine. Das Auftreten von Clostridienformen und die damit in einem gewissen Zusammenhang stehende Bildung der sogen. Granulose betrachtet E. von Hibler (wie später auch Grassberger) als Zeichen einer eintretenden Degeneration; sie treten bei ungünstigen Wachstumsverhältnissen und bei beträchtlicherem Zuckergehalt auf, und zwar leicht und in großer
20 Zahl beim Rauschbrandbazillus, beim *Bacillus butyricus*, *Clostridium butyricum* Prażmowski, wenn in 1,5-proz. Zuckergelatine bei 37° C oder in Kochsalz-Reis gezüchtet, und beim *Bacillus enteritidis sporogenes*. Die Zellen werden dann meist durch Lugol'sche Jodlösung blau gefärbt. Die Sporenbildung ist abhängig vom Gehalt des Nährsubstrates an Zucker, Glycerin
25 und ähnlichen Substanzen. In 2-proz. Zuckerbouillon kommen einige Anaeroben (Rauschbrand) nicht zur Sporenbildung, ebenso ist Milch wenig dazu geeignet, am besten geht sie vor sich in Blutserum und in zuckerfreier Bouillon. Das Verhalten der Hibler'schen Anaeroben in Milch ist nur graduell verschieden, sie scheiden alle bei saurer Reaktion Casein aus,
30 peptonisieren dasselbe und bilden Gas, aber eben in mehr oder minder hervortretendem Grade. Zu denen, welche entweder erst spät oder nur wenig die genannten Erscheinungen hervorrufen, gehören zwei Pseudoödembazillen (V und VI), der Koch'sche Oedembazillus und der Tetanusbazillus. Rascher und kräftiger verändern die Milch der Rauschbrand-
35 bazillus, der Pseudoödembazillus Liborius, der Erreger der progressiven Gasgangrän und das *Clostridium foetidum*. Schon innerhalb 24 Stunden bewirken eine stürmische und vollständige Zersetzung: der *Bac. enteritidis sporogenes*, zwei neue von E. von Hibler als Milzbrand- (bzw. Tetanus-)begleiter aufgefundene Anaeroben, der *Bac. oedematis maligni II*
40 Novy, der *Bac. butyricus* Botkin und das *Clostridium butyricum* Prażmowski.

§ 32. Die neuen Buttersäurebakterien.

Eine ganz neue Bearbeitung hat die Buttersäuregärung durch A. Schattenfroh und R. Grassberger (1) erfahren. Unter nur teil-
45 weiser Berücksichtigung des bereits erforschten Materials kommen sie durch Verfolgung des Verhaltens einer Art unter verschiedenen Lebensbedingungen zu der Kenntnis der großen Mannigfaltigkeit der Formen und der wechselnden physiologischen Wirkungen dieser interessanten Bakteriengruppe. An nicht pathogenen Buttersäurebakterien finden sie
50 nur zwei Arten, welche den größeren Teil der früher beschriebenen

Formen in sich schließen; in den meisten Fällen beziehen sich diese früheren Beschreibungen wahrscheinlich auf unreine Kulturen, also Arten, deren Existenz zweifelhaft ist. Die beiden von SCHATTENFROH und GRASSBERGER aufgefundenen typischen Buttersäurebakterien sind der unbewegliche und der bewegliche Buttersäurebazillus. 5

Der **unbewegliche Buttersäurebazillus,** von SCHATTENFROH und GRASSBERGER (1) ursprünglich *Granulobacillus saccharobutyricus immobilis liquefaciens* genannt, kommt wahrscheinlich ganz regelmäßig im Rinderkot und deshalb auch in Milch vor, außerdem aber auch sehr häufig 10 im Boden, im Wasser, in Mehlen, im Kot von Menschen (auch von Säuglingen), im Sauerteig, im Käse usw. Er tritt in zwei Typen auf. Von 24-stündigen 15 Zuckeragar - Oberflächenkolonien genommen zeigen sich die Bakterien des Typus *A* im hängenden Tropfen (s. *Fig. 10*) als vollkommen unbewegliche, geißel- 20 lose, in der Mehrzahl gleichmäßig dicke, gestreckte Stäbchen mit leicht abgerundeten Enden, die zumeist zu Ketten von 3—6 und mehr Gliedern verbunden 25 sind oder auch ungegliederte, 20—50 μ lange Scheinfäden bilden. Die Bazillen des Typus *B* sind meist kürzer und schmäler, seltener in Ketten, und dann nur kurzgliederigen, verbunden. Die Sporenbildung kommt auf den üblichen 30 Nährböden nicht zustande, kann aber auf Stärkekleister-Agar (ein Gramm Reisstärke auf ein Liter), dem nach der Neutralisierung verschieden große Mengen — die Bakterie wählt sich ihr Optimum selbst aus — verdünnter Natronlauge (5—20 Tropfen Fünftel-Normallauge) zugesetzt wurden, und bei Bruttemperatur erzielt werden, jedoch 35 ohne erblich zu sein. Dabei ist die Bildung der granuloseartigen Körper schön zu beobachten. Sie tritt in den Stäbchen wie in den Clostridien auf, in letzteren teils an beiden Enden oder unter Freilassung eines endständigen kuppenförmigen Raumes. Die sich blau färbenden Gebilde sind meist sporenfrei, die sporen- 40 tragenden granulosefrei. In Stärkebouillon ist wohl Granulosebildung nicht aber Versporung zu beobachten, in Zuckeragar tritt beides nicht ein, so daß es den Anschein hat, als ob die für die Versporung nötige Granulose sich nur oder wenigstens am leichtesten aus Stärke, nicht aber oder weniger leicht aus Zucker bilde. Die 2 μ breiten und 45 2,3 μ langen freien Sporen ertragen ein anderthalbstündiges Erhitzen im strömenden Dampf. Die Wachstumsgrenze reicht von 16—18° C bis zu 39—40° C; das Optimum liegt bei Bruttemperatur. Außer Zucker- und Stärkekleisteragar sind künstliche Nährböden wenig geeignet für die Züchtung, doch ist Peptonbouillon mit 2 Proz. Stärke oder Zucker 50 (am besten Traubenzucker) ebenfalls ein gutes Nährmedium. Die strenge Anaerobiose, welche der Bazillus beansprucht, wird am besten durch das von SCHATTENFROH und GRASSBERGER modifizierte BOTKIN'sche Verfahren

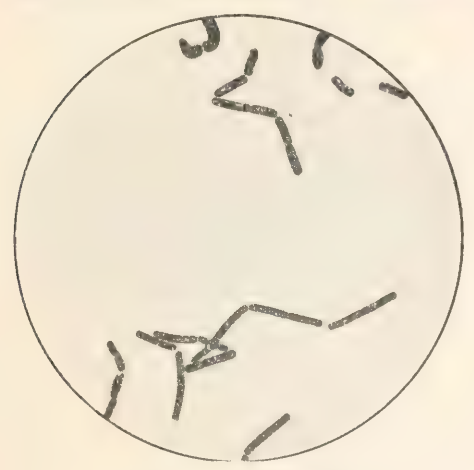


Fig. 10. Unbeweglicher Buttersäurebazillus Typus A. Vergr. 1000.

erreicht. Die beiden Typen *A* und *B* machen sich dann auch in den Kulturen auf der Zuckeragarplatte bemerkbar. Der Typus *A* bildet seidenglänzende, 2—2,5 mm große Kolonien mit zahlreichen Ausläufern (s. *Fig. 11*), der Typus *B* kreisrunde, scharfberandete glatte und wasserglänzende

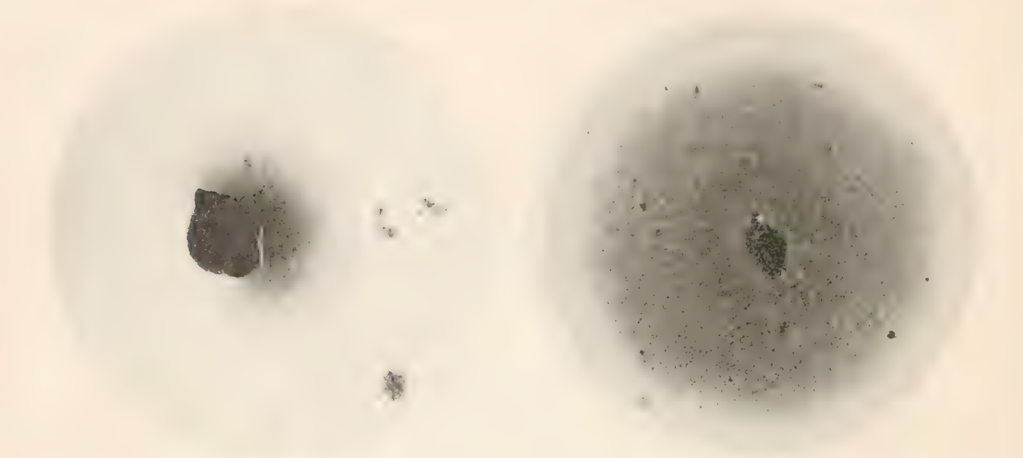


Fig. 11. Unbeweglicher Buttersäurebazillus. Oberflächenkolonie des Typus A auf Zuckeragar.

Fig. 12. Unbeweglicher Buttersäurebazillus. Oberflächenkolonie des Typus B auf Zuckeragar.

5 Kolonien (s. *Fig. 12*). Gelatine wird verflüssigt. Milch wird unter reichlicher Gasentwicklung zum Gerinnen gebracht, so daß das ausgeschiedene Casein als ein von Gasblasen durchsetzter Kuchen auf dem Serum schwimmt. Bei einigen Stämmen ist die Gärung eine weniger starke und die Gerinnung daher eine gleichmäßigere. Nach den Untersuchungen Grass-10 berger's (1) ist es sicher, daß der unbewegliche Buttersäurebazillus ein Formenkreis des Rauschbrandbazillus ist; Grassberger nennt diesen geißellosen, unbeweglichen, nicht Sporen bildenden Formenkreis den denaturierten Zustand des Rauschbrandbazillus, während die pathogene, sporenbildende, begeißelte und daher bewegliche Form den 15 nativen Zustand der Bakterie vertritt. Eine partiell denaturierte Form des Rauschbrandbazillus vollzieht, meist unter Auftreten granulosereicher Clostridienformen, die Umwandlung von milchsaurem Kalk in buttersauren, so daß also das *Granulobacter lactobutyricum* Beijerinck's sich ebenfalls als ein Formenkreis des Rauschbrandbazillus erweist. 20 Ebenso ist der Gasphlegmonebazillus Fränkel's nichts anderes als eine partiell denaturierte Form des Rauschbrandbazillus, und ferner gehören der *Bacillus enteritidis sporogenes* Klein und der *Bacillus aerogenes capsulatus* von H. Welch (1) hierher.

Der **bewegliche Buttersäurebazillus** von Grassberger und Schatten-25 froh (1), ursprünglich *Granulobacillus saccharobutyricus mobilis non liquefaciens* genannt, scheint eine ebenso allgemeine Verbreitung in der Natur zu haben wie der unbewegliche: er findet sich in Erde, Wasser, Mehl, Käse, seltener in Milch, da diese für viele Stämme dieser Bakterie kein günstiger Nährboden zu sein scheint. Seine Gewinnung gelingt am besten 30 bei Benutzung des von M. W. Beijerinck (1) angegebenen Nährbodens (Glucose in Peptonlösung). Aus dem Condenswasser einer Zuckeragar-

kultur in hoher Schicht entnommen, stellt die Bakterie ein schlankes, ziemlich langes Stäbchen dar mit lebhafter Bewegung selbst dann, wenn sich bereits Sporen in der Anlage befinden (*Fig. 13*). In gewöhnlichen Fällen beginnt bald Einlagerung von granuloseartigen Körpern und Bildung von Clostridien, in deren granulosefreiem Ende die Sporen entstehen (*Fig. 14*). Daß die Versporung auch ohne Granulosebildung vor sich gehen kann, ist aus *Fig. 15* ersichtlich. In zuckerreichen flüssigen Nährmedien wie in Milch kommen meist nur granulosefreie Stäbchen vor, und man findet selten Sporen. Auf Kartoffeln gewachsene Bakterien enthalten dagegen viel Granulose. Die Sporen sind oval, manchmal bohnenförmig, 1,8—2,3 μ lang und 1,3—1,7 μ breit. Die beweglichen Bakterien zeigen 6—20 peritriche Geißeln, die Clostridien sind gewöhnlich wenig mit Geißeln ausgestattet. Temperatur-Optimum 37° C, doch wachsen die Bakterien auch bei 10° C und darunter. Das Verhalten gegen Luft ist streng anaerob. Im Gelatinestich sind d r e i W a c h s t u m s t y p e n erkennbar, welchen ebensoviele Wachstumsformen



Fig. 13. Beweglicher Buttersäurebazillus. Vergr. 1000.



Fig. 14. Beweglicher Buttersäurebazillus. Clostridien mit Granuloseeinlagerung (Granulosekern auch in den Sporen). Vergr. 1000.

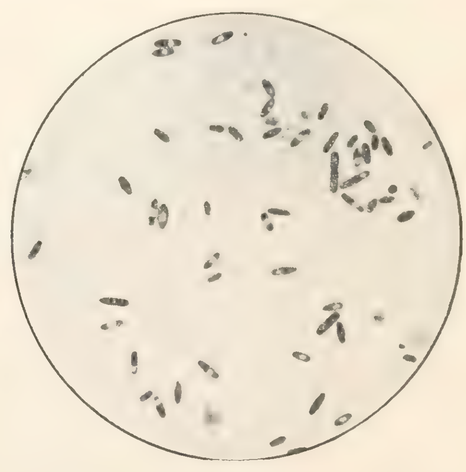


Fig. 15. Beweglicher Buttersäurebazillus. Versporung ohne Granulosebildung. (Nach Gram gefärbt.) Vergr. 1000.

auf der Gelatineplatte entsprechen: die perlschnurartige Stichkultur liefert cumulusartige Vegetationen, die Stichkultur mit fadenförmigen Ausläufern gibt Kolonien mit gleichgestalteten Anhängseln, und die diffuse Trübung erzeugt keine eigentlichen Kolonien sondern schleierartige Trübungen

um Gasblasen herum. In den Kolonien des ersten Typus trifft man reichlich Clostridien und in denen des dritten Typus die rasch beweglichen, granulosefreien Stäbchen. Im Zuckeragarstich reichliche Gasentwicklung, dabei Geruch nach Buttersäure, kein Fäulnisgeruch. Auf streng anaerob gehaltenen Kartoffelkulturen bildet sich nach 48 Stunden ein üppiger, schaumig-weißer Rasen mit starkem Geruch nach Buttersäure. In Milch entsteht sehr bald, namentlich bei Bruttemperatur, kräftige Gas- und gleichzeitig Säurebildung, sowie Ausscheidung des Caseins in Form eines Kuchens, der von zahlreichen Gasblasen durchsetzt ist. In Peptonbouillon zeigt der bewegliche wie auch der unbewegliche Buttersäurebazillus kümmerliches Wachstum und gar keines in künstlichen Nährlösungen, da beide Bakterien organischer Stickstoffverbindungen, am besten der Eiweißstoffe (sowie löslicher vergärbarer Kohlenhydrate), bedürfen. Während sich beim unbeweglichen Buttersäurebazillus pathogene Rassen vorfinden, scheint der bewegliche niemals pathogen zu sein.

Die Buttersäurebakterien *Bac. amylobacter I* und *II* Gruber, *Granulobacter saccharobutyricum* Beijerinck und *Bac. saccharobutyricus* von Klecki sind, wie bei diesen schon erwähnt, mit dem beweglichen Buttersäurebazillus identisch. Ebenso steht der von Tissier und Gasching (1) beschriebene *Bac. lactopropylbutyricus*, der in Milch sehr häufig vorzukommen scheint, dem beweglichen Buttersäurebazillus sehr nahe.

Nach Schattenfroh und Grassberger lassen sich die bekannteren Buttersäurebakterien folgenderweise gruppieren: 1. Beweglicher Buttersäurebazillus (*Amylobacter*). Reiner Kohlenhydratvergärer, zersetzt Eiweiß nicht, bildet aus demselben auch keine nennenswerten Mengen von Schwefelwasserstoff. Bildet aus Kohlenhydraten vorwiegend Buttersäure. 2. Rauschbrandbazillus und Gasphlegmonebazillus, a) sporulierend oder b) denaturiert (unbeweglicher Buttersäurebazillus). Exquisite Kohlenhydratvergärer, bilden Schwefelwasserstoff, führen selten zu einer weitgehenden Eiweißzersetzung. Bilden aus Kohlenhydraten im sporulierenden Zustande vorwiegend Buttersäure, denaturiert vorwiegend Milchsäure. 3. Bazillus des malignen Oedems. Kohlenhydratvergärer, häufig auch Fäulniserreger. Bildet aus Kohlenhydraten vorwiegend Milchsäure und regelmäßig Aethylalkohol. Außerdem ist nach Schattenfroh und Grassberger noch als Buttersäurebakterie anzusehen: 4. der *Bacillus putrificus* Bienstock (1 u. 2), (Kadaverbazillus oder fäulniserregender Buttersäurebazillus), der Kohlenhydratvergärer aber auch kräftiger Fäulniserreger ist (vgl. Bd. III, S. 96) und aus Kohlenhydraten in der Hauptsache Milchsäure und regelmäßig Aethylalkohol erzeugt; dagegen bildet er aus Eiweißstoffen Buttersäure. Er ist von A. Rodella (1) mehrfach in Käse aufgefunden worden.

An diese Kollektivarten gliedern sich dann noch einige wenige andere Buttersäurebildner an, deren Stellung bis jetzt noch nicht geprüft ist.

Zwischen dem beweglichen und dem unbeweglichen Buttersäurebazillus soll nach A. Rodella (2) eine neue, mit diesen nicht zu identifizierende Art stehen, die er in Milch und namentlich in Käse mehrfach angetroffen hat. Die Bakterie ist ein unbewegliches, rasch zur Sporenbildung kommendes und nicht bloß Clostridien sondern auch *Paraplectrum*-Formen zeigendes Anaerobium. Sie bildet auf zuckerhaltiger Gelatine, ohne Verflüssigung derselben, hirsekorngroße weiße Kolonien, wobei die

Gelatine fingerhutähnlich-rotviolette Färbung annimmt. Sie bildet namentlich aus Glucose nennenswerte Mengen von Buttersäure. Milch wird nur insoweit verändert, daß sie ein schwaches Gerinnsel ausscheidet.

Das auf S. 6 des III. Bandes beschriebene, in Erde vorkommende und freien Stickstoff assimilierende *Clostridium Pastorianum* WINOGRADSKY (1) ist eine Buttersäurebakterie, die allerdings für die Buttersäuregärung in Milch nicht in Betracht kommt, weil sie Lactose nicht vergärt und auch die Eiweißstoffe nicht zersetzt.

Ein sehr häufiger Milchbewohner und in Käse wohl regelmäßig vorkommender Buttersäurepilz ist das von H. WEIGMANN (1) beschriebene *Paraplectrum foetidum*, so genannt, weil es nicht wie die meisten Buttersäureerreger Clostridien bildet, sondern beinahe ausschließlich die Kaulquappenform (nach A. FISCHER's Bezeichnungsweise *Paraplectrum*). Das unbewegliche, meist einzeln, seltener in ganz kurzen Ketten wachsende Bakterium ist ziemlich groß und kräftig, mindestens 2.5 μ lang und über 0.6 μ breit, und nimmt in Milch schon nach 36 Stunden die keulenförmige Verdickung an, in welcher am dritten Tage die Sporenanlage zu erkennen ist. Die Milch gerinnt zuerst (durch ein labartiges Enzym), das Coagulum wird aber kurz darauf wieder aufgelöst und zwar allmählich fast vollständig, bis auf einen sehr geringen Rest. Es entsteht dabei ein anfangs mäßiger, später aber ungemein intensiver, stinkender Käsegeruch, der ganz und gar an den Geruch der gewöhnlichen Weichkäse erinnert, nach längerer Zeit, etwa nach einem halben Jahr, aber sich verfeinert.

§ 33. Die aeroben Buttersäurebakterien.

Im vorhergehenden Paragraphen sind fast ausschließlich nur solche Buttersäurebakterien besprochen worden, welche anaerob, meist sogar ganz exquisit anaerob, leben. Wie schon auf S. 110 erwähnt, hat F. HUEPPE auch einen aeroben Buttersäurebazillus gefunden, und nach ihm ist noch von mehreren Autoren von aeroben, der Gruppe der Heu- oder Kartoffelbazillen angehörigen Buttersäurebakterien gesprochen worden.

Von dem Hauptvertreter dieser aeroben Buttersäurebakterien, dem *Bacillus butyricus* HUEPPE (1), dem *Bac. pseudobutyricus* W. KRUSE's, hat sein Entdecker eine genauere Beschreibung nicht gegeben; diese stammt vielmehr von LEHMANN und NEUMANN (1). Danach steht der *Bac. butyricus* HUEPPE zwischen *Bac. megaterium* (s. Bd. I, S. 104, Fig. 11) und *Bac. mesentericus vulgatus* (s. Bd. I, Taf. II, Fig. 2). Er ist ein schlankes Stäbchen mit abgerundeten Ecken, das, mit peritrichen Geißeln ausgerüstet, beweglich ist und sich nach GRAM färben läßt. Auf Gelatine bildet es typhusartige, jedoch stark gelappte Kolonien, zentral erhaben und mit kraterförmiger Vertiefung, außen durchscheinend. In der Gelatinestichkultur etwas langsame Verflüssigung mit Haut. Milch gerinnt zumeist; nach den Angaben HUEPPE's wird sie später fast ganz peptonisiert. Gas und Indol werden nicht gebildet, dagegen etwas Schwefelwasserstoff, nach HUEPPE auch Ammoniak und weitere Zersetzungsprodukte des Caseins, so daß die Reaktion alkalisch ist. Die Angliederung des *Bac. butyricus* an die Buttersäurebakterien beruht auf der Angabe HUEPPE's, daß diese Bakterie aus milchsauren Salzen sowie aus Milchzucker, wenn dieser vorher durch andere Bakterien hydratisiert worden ist, Buttersäure bildet. LOEFFLER (1), der ihn selten in der

Milch gefunden hat, gibt von ihm an, daß er in einer neutralen Lösung von Bouillon, 1 Proz. Pepton und 1 Proz. neutralem milchsauren Natron Buttersäure erzeuge. „Die Reaktion war kaum verändert . . . vielleicht ganz schwach sauer . . . mit Schwefelsäure angesäuert gaben sämtliche Lösungen ein saures Destillat, welches einen an Buttersäure erinnernden Geruch hatte. Wahrscheinlich handelte es sich um Gemische von Buttersäure und anderen niederen Fettsäuren."

Das gleiche Verhalten hat LOEFFLER bei *Bac. mesentericus vulgatus*, bei *Bac. liodermes* und dem von ihm zuerst beschriebenen *Bac. lactis albus* festgestellt. Die ganze Schilderung wie namentlich der Hinweis auf die neutrale, in Milch sogar immer alkalische Reaktion lassen es als wahrscheinlich erscheinen, daß die Bildung der Buttersäure in diesem Falle mehr der tiefgehenden Zersetzung der Eiweißstoffe als dem Vorhandensein von milchsauren Salzen zu verdanken ist.

Drei von A. WEBER (1) beschriebene, in schlecht sterilisierter Milch gefundene aerobe Buttersäurebildner gehören mit dem *Bacillus butyricus* HUEPPE in eine Gruppe. Sie bilden auf Bouillon wie auf Kartoffeln eine trockene Haut, verflüssigen Gelatine, jedoch viel rascher als der HUEPPE'sche Bazillus und rufen, wie dieser, in Milch eine Zersetzung des Eiweißes unter alkalischer Reaktion hervor. Ihre Sporen sind äußerst widerstandsfähig, die des einen Bazillus ertragen eine dreistündige, die der beiden anderen Bakterien eine sechsstündige Erhitzung im Dampftopf.

In etwas größerer Menge scheint Buttersäure erzeugt zu werden von den von L. ADAMETZ (1) aus Käse isolierten und ebenfalls der Gruppe der Heubazillen zugehörigen Bakterien *Bacillus XV*, *XVI* und *XVII*. Alle drei peptonisieren Gelatine stark, die beiden ersten unter kräftigem Buttersäuregeruch. Sie bringen Milch durch ein labartiges Enzym zum Gerinnen; aber nur *Bacillus XV* löst das Coagulum wieder auf, *Bacillus XVII* macht es schleimig. Diese beiden letztgenannten Bakterien erzeugen dabei auch starken Buttersäuregeruch mit schwach bzw. stark saurer Reaktion. Der *Bacillus XVI* soll Milchsäure erzeugen, ruft aber doch Käsegeruch hervor. Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch bei diesen Bakterien die Buttersäure das Produkt einer Eiweißzersetzung ist.

Ferner war der *Bacillus subtilis* (s. Bd. I, Taf. II, Fig. 1) anfänglich von VANDEVELDE (1) und von FITZ (1) für einen Buttersäuregärungserreger angesehen worden, bis ED. BUCHNER (1) das Gegenteil nachweisen konnte. Die einzige aerobe Bakterie, von der die Bildung von Buttersäure, wenn auch nicht aus Zucker oder Stärke so doch aus Glycerin, festgestellt ist, ist der von O. EMMERLING (1) in Kuhdünger gefundene *Bacillus boocopricus*.

Aus der in diesem und in dem vorhergehenden Paragraphen gegebenen Zusammenstellung der bisher bekannten Buttersäuregärungserreger ist ersichtlich, daß man zweierlei Gruppen von Buttersäurebakterien unterscheiden muß: erstens solche, welche sich der Kohlenhydrate sowie auch der Milchsäure, teilweise auch des Glycerins als Gärmaterial bedienen, und zweitens solche, welche gelegentlich der Eiweißzersetzung Buttersäure bilden. An diese könnte man noch diejenigen anschließen, welche mehr eine Butylalkoholgärung verursachen und dabei etwas Buttersäure bilden; doch stellt man diese wohl besser unter die Erreger der Alkoholgärung. Zu der ersten Gruppe, welche man als die der echten Buttersäurebakterien bezeichnen kann, sind zu rechnen: der bewegliche und der unbewegliche Buttersäurebazillus und des letzteren native Form, der Rauschbrandbazillus, ferner das *Clostridium*

Pastorianum Winogradsky. Die Umsetzung von Milchsäure wird nicht ohne weiteres, sondern nur unter bestimmten Vegetationsbedingungen bewirkt. Die zweite Gruppe ist die der Fäulnisbakterien, welche bei dem Abbau der Eiweißstoffe flüchtige Fettsäuren, insbesondere Buttersäure, bilden. Zu ihnen gehören der *Bac. putrificus*, teilweise auch der Bazillus des malignen Oedems, unter Umständen sogar der Rauschbrandbazillus, wahrscheinlich das *Paraplectrum foetidum*, sowie eine Anzahl anderer, hier nicht weiter angeführter Anaerobier, schließlich diejenigen von den peptonisierenden Bakterien der Gruppe der Heu- und Kartoffelbazillen, welche das Eiweißmolekül kräftig zersetzen. Die Bakterien der letzteren Gruppe können namentlich mit Bezug auf die geringen Mengen der erzeugten Buttersäure und in Rücksicht auf den meist vorhandenen Mangel einer deutlichen Gaserzeugung kaum als Erreger einer richtigen Buttersäuregärung angesprochen werden. Schon Beijerinck und nach ihm V. von Klecki, sowie neuerdings auch Schattenfroh und Grassberger wollen den Begriff der Buttersäuregärung auf die Buttersäurebildung aus Kohlenhydraten (gelegentlich auch aus Milchsäure und Glycerin) beschränkt wissen, und es ist ihnen darin nur zuzustimmen.

§ 34. Die chemischen Vorgänge bei der Buttersäuregärung.

Eine Definition des Begriffes Buttersäuregärung würde nach dem eben Gesagten dahin zu geben sein, daß sie eine unter starker (oder wenigstens deutlicher) Gasentwicklung vor sich gehende Umsetzung von Kohlenhydraten (oder von Milchsäure, eventuell auch Glycerin) in größere Mengen von Buttersäure ist, die hervorgerufen wird durch bestimmte, meist durch gelegentliche Bildung von Clostridienformen und durch Aufspeicherung von granuloseartigen Körpern charakterisierte Bakterien. Daß dabei Nebenprodukte entstehen, kann, da es sich um einen biologischen Vorgang handelt, nicht wundernehmen. Freilich tritt die Bildung von Nebenprodukten bei der Buttersäuregärung sowohl qualitativ als quantitativ in bedeutenderem Maße hervor als beispielsweise bei der alkoholischen oder bei der Milchsäuregärung, und man wird bei der ersteren noch weniger als bei diesen erwarten dürfen, daß sie in einem bestimmten, in einer Gärungsgleichung festlegbaren Geleise vor sich geht; aber immerhin ist im Verlaufe derselben ein solcher Grad von Einheitlichkeit vorhanden, daß man sehr wohl von einer Gärung sprechen kann. Auch der Umstand, daß zeitweise und je nach den obwaltenden Verhältnissen die Menge der Nebenprodukte überwiegen kann, hat auf die Berechtigung, die Buttersäurebildung, in der oben angegebenen Begrenzung als Gärung zu bezeichnen, keinen Einfluß. Solche Verhältnisse sind Ausnahmsverhältnisse, und die unter normale Lebensbedingungen zurückversetzten Bakterien rufen auch wieder eine normale Gärung hervor.

Außer Fitz (1), dessen Arbeiten aus den auf S. 110 erwähnten Gründen leider wenig in Betracht kommen, hat Perdrix (1) genauere chemische Untersuchungen über die von einer Buttersäurebakterie hervorgerufenen Umsetzungen vorgenommen. Der *Bac. amylozyma* Perdrix verwandelt Glucose unter Bildung von Wasserstoff und Kohlensäure in Buttersäure und Essigsäure. Eine mit Calciumkarbonat angesetzte Gärung ergab aus 16,6 g Glucose: 6,685 g Buttersäure und 1,775 g

Essigsäure. Perdrix drückt den Verlauf der Gärung in den verschiedenen Phasen durch folgende, in dem oben angegebenen Sinne aufzufassende Formelgleichungen aus:

1. Phase: $56 C_6H_{12}O_6 + 42 H_2O = 116 H_2 + 114 CO_2 + 30 C_2H_4O_2 + 36 C_4H_8O_2$.
2. Phase: $46 C_6H_{12}O_6 + 18 H_2O = 112 H_2 + 94 CO_2 + 15 C_2H_4O_2 + 38 C_4H_8O_2$.
3. Phase: $C_6H_{12}O_6 = 2 H_2 + 2 CO_2 + C_4H_8O_2$.

Rohrzucker gibt dieselben Produkte: das Volumenverhältnis von Wasserstoff zu Kohlensäure war dabei anfangs 65 : 35, später 52 : 48, und das Verhältnis von Buttersäure zu Essigsäure anfangs 26 : 74, später 85 : 15. Auch Milchzucker vergärt in gleicher Weise. Stärke wird von dem *Bac. amylozyma* erst in eine der Glucose ähnliche, aber nicht kristallisierbare und viel schwächer drehende Zuckerart und diese dann unter Bildung der gleichen Produkte wie bei der Umsetzung der erwähnten Zuckerarten und unter weiterer Bildung von Aethyl- und Amylalkohol vergoren. Aus 100 g Kartoffeln entstehen neben den bekannten Produkten 2,3—2,5 ccm Alkoholgemisch, welches 25—28 Proz. Amyl- und 72—75 Proz. Aethylalkohol enthält. In einem anderen Versuch mit Kartoffeln waren 70 Proz. der Stärke in Zucker und 11 Proz. in Aethyl- und Amylalkohol umgewandelt worden.

Die von Botkin (1) an seinem in Frage gestellten Buttersäurebazillus wahrgenommenen Umsetzungsprodukte sind, außer Kohlensäure und Wasserstoff, Buttersäure, Essigsäure und Ameisensäure, vielleicht auch Propionsäure, ferner Milchsäure und etwas Bernsteinsäure, sowie schließlich noch Butyl- und Aethylalkohol. Letzterer scheint namentlich bei der anaeroben Züchtung auf Kartoffelscheiben in erhöhtem Maße aufzutreten.

Der unbewegliche Buttersäurebazillus von Schattenfroh und Grassberger (1) vergärt nur Kohlenhydrate; die von ihm aus diesen gebildeten Umsetzungsprodukte sind Buttersäure, Kohlensäure, Wasserstoff und Rechtsmilchsäure. Als vergärbar sind von den genannten Autoren befunden worden: Stärke, Dextrose, Saccharose, Galactose, Lactose, Maltose, Lävulose, wahrscheinlich auch Melibiose, Arabinose und Raffinose. Glycerin wird in geringer Menge zu flüchtigen Säuren und Aldehyden umgewandelt. Cellulose und Mannit werden weder in reiner noch in mit geringen Mengen Zucker versetzter Peptonbouillon angegriffen. Während der eigentliche unbewegliche Buttersäurebazillus, d. h. also die denaturierte Form des Rauschbrandbazillus, milchsaure Salze nicht in buttersaure umzusetzen vermag, tut dies, wie schon auf S. 116 erwähnt, eine der Zwischenstufen zwischen beiden Formenkreisen. Eine tiefergreifende Zersetzung von Eiweißstoffen findet nicht statt, es wird also ein proteolytisches Ferment nicht abgeschieden und nach der Meinung der Autoren auch kein Labferment, dagegen ist die Produktion von Diastase und von Invertase nachgewiesen. Außer den genannten Hauptgärungsprodukten entstehen noch geringe Mengen anderer Stoffe. So ist die Buttersäure nicht ganz frei von Ameisensäure, vermutlich auch von Essigsäure, Propionsäure und Valeriansäure, ferner wird in geringen Mengen ein Alkohol gebildet. Der Gärungsvorgang in Milch gestaltet sich insofern etwas anders, als hier besonders viel Buttersäure erzeugt wird. In den meisten Fällen ist die Menge der in Milch gebildeten Buttersäure und der Rechtsmilchsäure gleich groß oder fällt etwas zugunsten der letzteren aus, es kommt aber vor, daß der Milchzucker außer in gasförmige Produkte fast nur in Buttersäure umgewandelt wird. Wenn nicht Neutralisierungsmittel angewandt werden, werden

vom Milchzucker nur etwa 0,5—1,5 Proz. vergoren. Die Entstehung der Buttersäure aus dem Milchfett ist ausgeschlossen, da in solchem Falle nichtflüchtige Fettsäuren entstehen müßten, deren Gegenwart nicht nachweisbar war. In Milchzuckerbouillon oder in sonstigen mit Pepton und Milchzucker versetzten Nährlösungen entstehen wie in Dextrose- und 5 Stärkebouillon nur geringe Mengen von Buttersäure und größere Mengen von Rechtsmilchsäure.

Ganz ähnlich wie die durch seinen unbeweglichen Verwandten hervorgerufenen Umsetzungen sind die, welche der bewegliche Buttersäurebazillus auslöst. Auch er beschränkt sich zufolge SCHATTENFROH (1) auf die Zersetzung der Kohlenhydrate seines Nährmediums und 10 läßt die Eiweißstoffe unverändert. Von ersteren werden sowohl Mono- wie Disaccharide als auch Stärke vergoren. Cellulose, milchsaure Salze und Mannit werden ebenfalls nicht angegriffen. Dagegen zersetzt der bewegliche Buttersäurebazillus Glycerin sehr viel leichter als der unbewegliche. Dextrose, Saccharose, Lactose, verkleisterte oder gelöste Stärke 15 und Glycerin werden zu Buttersäure, Milchsäure, Kohlensäure und Wasserstoff vergoren. Das Mengenverhältnis von Buttersäure zu Milchsäure ist kein bestimmtes; gewöhnlich überwiegt die Buttersäure, doch kann es vorkommen, daß die Milchsäure in größerer Menge auftritt, ja 20 daß neben großen Mengen von Milchsäure nur kleine Mengen von Buttersäure auftreten. Der Milchzucker wird zum allergrößten Teil in Buttersäure und in nur sehr geringe Mengen von Milchsäure umgewandelt, namentlich in Milchkulturen, in welchen nur ausnahmsweise Spuren von Milchsäure auftreten. Die Milchsäure ist teilweise inaktive, teilweise 25 Rechtsmilchsäure (die Art der Milchsäure scheint vom Stamm der Bakterie abhängig zu sein). Auch vom beweglichen Buttersäurebazillus wird nicht aller in der Milch vorhandene Milchzucker vergoren, es ist in allen Fällen ein Rest von mindestens 2,5 Proz. übrig geblieben. Das bei der Vergärung von Dextrose gebildete Gas bestand in einem Falle aus 30 17,25 Proz. Kohlensäure und 82,75 Proz. Wasserstoff; Methan war nicht vorhanden. Die bei der Zersetzung der Milch eintretende Ausscheidung des Caseins ist nicht etwa auf die Ausscheidung eines Labenzyms zurückzuführen, sondern ist die Wirkung der gebildeten Säure. Es wird weder ein Labenzym noch werden peptonisierende Enzyme abge- 35 schieden, weshalb auch Zersetzungsprodukte von Eiweiß nicht auftreten; dagegen werden diastatische Enzyme, wie Diastase und wahrscheinlich auch Invertase gebildet, doch scheint sich diese nur ausnahmsweise vorzufinden.

Der *Bacillus lactopropylbutyricus* (*non liquefaciens*) TISSIER und 40 GASCHING (1), der, wie schon auf S. 118 erwähnt wurde, dem beweglichen Buttersäurebazillus sehr nahe verwandt ist, erzeugt, wie auch in seiner Benennung schon zum Ausdruck gebracht ist, neben Milchsäure und Buttersäure noch Propionsäure. Die Buttersäure herrscht gegenüber der Propionsäure vor, und beide zusammen überwiegen die 45 Menge der Milchsäure. Milchzucker wird nicht vergoren, und Milch wird deshalb nicht zersetzt, bevor nicht der Milchzucker auf irgend welchem biologischen Wege invertiert ist. Eiweißstoffe werden ebenfalls nicht angegriffen, dagegen aus Proteosen Ammoniumkarbonat, Ammoniak und Spuren von Indol gebildet. Glycerin verschwindet ohne Säureproduktion 50 zu 80 Proz. innerhalb acht Tagen.

Der *Bacillus putrificus* BIENSTOCK (3) zersetzt Milch mit stinkender Fäulnis und bildet dabei Mercaptan, Alkohol, Phenol, Aminbasen, Pepton.

Leucin, Milchsäure, Bernsteinsäure, Valeriansäure und Paraoxyphenylpropionsäure; Indol konnte nicht nachgewiesen werden.

Literatur

zum Kapitel Die Buttersäuregärung.

*__Adametz,__ L., (1) Landw. Jahrbücher, 1889, Bd. 18, S. 227. *__Beijerinck,__ M. W., (1) Ueber die Butylalkoholgärung und das Butylferment. Amsterdam 1893. *__Bienstock,__ B., (1) Z. f. klin. Medizin, 1883, Bd. 8, S. 1. — (2) Arch. f. Hyg., 1899, Bd. 36, S. 335. — (3) Ebenda, 1901, Bd. 39, S. 390. *__Botkin,__ S., (1) Z. f. Hyg., 1892, Bd. 11, S. 421. __Buchner,__ Ed., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1885, Bd. 9, S. 380. *__Emmerling,__ O., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1896, Bd. 29, S. 2726. *__Fitz,__ A., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1882, Bd. 15, S. 867. *__Flügge,__ C., (1) Z. f. Hyg., 1894, Bd. 17, S. 289. *__Grassberger,__ R., (1) Arch. f. Hyg., 1904, Bd. 48, S. 1. *__Grassberger,__ R., und __Schattenfroh,__ A., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 42, S. 219 *__Gruber,__ M., (1) Centralbl. f. Bakt., 1887, Bd. 1, S. 367. *__Hibler, E. von,__ (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1899, Bd. 25, S. 513. *__Hueppe,__ Ferd., (1) Mitt. kais. Ges.-Amt, 1884, Bd. 2, S. 353. *__Kedrowski,__ W., (1) Z. f. Hyg., 1894, Bd. 16, S. 445. *__Klecki,__ Val. __von,__ (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 169. *__Lehmann,__ K. B., und __Neumann,__ R. O., (1) Bakteriolog. Diagnostik, 2. Aufl., München 1899. *__Liborius,__ P., (1) Z. f. Hyg., 1886, Bd. 1, S. 158. *__Loeffler,__ F., (1) Berl. klin. Wochenschr., 1887, Bd. 24, Nr. 33 u. 34. *__Lüderitz,__ C., (1) Z. f. Hyg., 1889, Bd. 5, S. 141. *__Novy,__ F. G., (1) Z. f. Hyg., 1894, Bd. 17, S. 209. *__Pasteur,__ L., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1861, Bd. 52, S. 344 u. 1260. *__Pelouze,__ J. Th., und __Gélis,__ A., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1843, Bd. 16, S. 1262. *__Perdrix,__ L., (1) Ann. Pasteur, 1891, Bd. 5, S. 286. *__Prażmowski,__ Ad., (1) Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bakterienarten. Leipzig 1880. *__Rodella,__ A., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 82. — (2) Ebenda, Bd. 13, S. 504. *__Sanfelice,__ Fr., (1) Z. f. Hyg., 1893, Bd. 14, S. 339. *__Schattenfroh,__ A., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 42, S. 251. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 48, S. 77. *__Schattenfroh,__ A., und __Grassberger,__ R., (1) Arch. f. Hyg., 1900, Bd. 37, S. 54. *__Tissier,__ H., und __Gasching,__ P., (1) Ann. Pasteur, 1903, Bd. 17, S. 546. *__Vandevelde,__ G., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1884, Bd. 8, S. 367. *__Weber,__ A., (1) Arb. kais. Ges.-Amt, 1900, Bd. 17, S. 108. *__Weigmann,__ H., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 820. *__Welch,__ H., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 442. *__Winogradsky,__ S., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 43.

(*Manuskript-Einlauf:*
20. April 1905.)

8. Kapitel.

Die Alkoholgärung in der Milch.

§ 35. Die Organismen der alkoholischen Gärung des Milchzuckers.

Der Milchzucker unterliegt nicht so leicht einer alkoholischen Gärung 5 wie die gewöhnlichen Zuckerarten, wohl weil die ihn umsetzenden Organismen in der Natur nicht ganz so allgemein verbreitet sind wie jene Hefen, welche andere Zuckerarten vergären, und weil er unter gewöhnlichen Verhältnissen bereits der Milchsäuregärung anheimgefallen ist, bevor die ihn alkoholisch vergärenden Organismen zur Wirkung kommen. 10 Zu diesen letzteren rechnen sich sowohl echte Saccharomyceten als auch einige der unter dem Namen *Torula* (s. Bd. IV, S. 2) zusammengefaßten Sproßpilze, ferner einige Bakterienarten. Nach J. Stoklasa (1) soll der Milchzucker auch durch ein der Milch selbst zugehöriges Enzym vergoren werden können.

Von milchzuckervergärenden **Saccharomyceten** sind bis jetzt nur wenige bekannt. Den ersten beschrieb G. Grotenfelt (1) als eine Hefe, welche in Milch einen (allerdings nur schwachen) Alkoholgeruch erzeugt und zugleich infolge kräftiger Säurebildung Gerinnung hervorruft; er nannte sie daher *Saccharomyces lactis acidi*. Die von Gelatinekulturen genommenen sprossenden Formen sind nahezu doppelt so lang als breit. Die Kolonien auf Gelatine wie auf Agar sind weiß, porzellanartig glänzend; auf Kartoffeln entsteht ein breiter feuchter, weißgrauer, bald braun werdender Rasen. Der Impfstich in Gelatine ist mit kurzen kolbigen seitlichen Ausläufern versehen. Wird bei der Züchtung in Milch die Säure durch kohlensauren Kalk abgestumpft, so schreitet die Alkoholbildung so weit fort, daß der Alkohol pyknometrisch bestimmbar ist. Ein anderer milchzuckervergärender echter Saccharomycet ist von E. von Freudenreich und O. Jensen (1) im sogen. Sauer (sauerer Molke), welches bei der Schweizerkäserei zur Bereitung von Lab benutzt wird, gefunden worden. Er ruft in diesem einen angenehmen alkoholischen Geruch hervor. Bei 25° C auf Gipsblöcken gehalten bildet diese Hefe innerhalb 23 Stunden Scheidewände und 3—4 Sporen. Sie verträgt 15 Minuten langes Erhitzen auf 65° C, nicht aber auf 70° C. Ferner hat O. Jensen (1) aus schweizerischer Butter drei milchzuckervergärende Hefen isoliert, wovon zwei *Saccharomyces*-Arten sind. Die eine von ihnen erzeugt bei 25° C nach 24 Stunden und bei 30° C nach 3 Tagen Sporen, die andere bei 30° C nach 6 Tagen; bei beiden ist die Sporenbildung allerdings eine nur spärliche. Außer Milchzucker wird auch Maltose vergoren. Ein von A. Jörgensen (1) aus Kefir isolierter, milchzuckervergärender echter Saccharomycet, *Saccharomyces fragilis*, besteht aus kleinen, ovalen und langgestreckten Zellen, die auf Gipsblöcken bei 25° C nach 20 Stunden, bei 15° C nach 40 Stunden Sporen bilden. Charakteristisch für diese Hefe ist nicht nur die durch die Bezeichnung *fragilis* angedeutete Dünnwandigkeit der Zellen sondern auch der Umstand, daß die in gärfähigen Flüssigkeiten und auf Gelatine entstehenden Sporen länglichrunde Gestalt besitzen (s. *Fig. 16*). Die Alkoholbildung ist nur gering; in Hefenwasser mit 10 Proz. Lactose entstanden nach 8 Tagen ein, nach 4 Monaten vier Gewichtsprozente Alkohol. Nach A. Bau (1) soll jedoch der Milchzucker vollständig vergoren werden. Schließlich ist noch eine von P. Mazé (1) aus Käse (Port du Salut) isolierte, Milchzucker direkt vergärende *Saccharomyces*-Art zu erwähnen. Dieselbe, von **Mazé** als *Nr. 5* bezeichnet, bildet auf der Gipskultur bei 26° C ebenfalls in 24 Stunden Sporen.

Fig. 16. *Saccharomyces fragilis* Jörgensen Sporenbildung. — Nach Holm.

In weitaus den meisten Fällen wird die Alkoholgärung des Milchzuckers nicht durch echte Saccharomyceten sondern durch **Torulen** (s. 13. Kap. d. IV. Bds.) bewirkt. Sie sind, wie P. Mazé mit Recht betont, sehr häufige Milchbewohner und werden leicht in Butter wie namentlich in Weichkäsen angetroffen.

Die erste solcher milchzuckervergärenden *Torula*-Arten ist von E. Duclaux (1) beschrieben worden, und von ihm stammt auch die erste genauere Beobachtung der Vergärung des Milchzuckers zu Alkohol her. Er fand den Pilz in einer mit fremdartigem Geruch behafteten Milch

und stellte auch einen schädlichen Einfluß desselben auf die Qualität der Butter fest. Eine eingehendere Beschreibung des Organismus ist von G. Grotenfelt (1) und besonders von L. Adametz (1) gelegentlich eines vergleichenden Studiums mit einer von letzterem selbst gefundenen 5 *Torula*-Art gegeben worden. Danach unterscheidet sich *Saccharomyces* (*Torula*) *lactis* Adametz von *Saccharomyces* (*Torula*) *lactis* Duclaux durch eine mehr elliptische Form der Zellen beim Wachstum in Würze (während letztere dabei mehr langgestreckt und zylindrisch ist), durch Bildung von seitlich auswachsenden Strahlenbündeln in der Gelatinestichkultur, 10 sowie durch eine rascher eintretende und rascher verlaufende Gärung in der Milch.

Die *Torula* R. Kayser's (1) gleicht mehr der von Duclaux. Beide verändern ihre Form und verzweigen sich, wenn sie in sauren Lösungen wachsen, die *Torula* Adametz' tut dies nicht. Eine von H. Weigmann (1) 15 aus fehlerhafter Butter gezüchtete *Torula* bildet in Würze einen bröckeligen, knäueligen Bodensatz und wächst in der nur wenig in die Tiefe reichenden Stichkultur ohne Ausläufer. Bei der Gärung in Milch werden 51,2 Gewichtsproz. Alkohol und 34,4 Gewichtsproz. Kohlensäure, ferner etwa 3,6 Gewichtsproz. Buttersäure produziert.

20 Die unter dem Namen *Saccharomyces kefir* von A. Beijerinck (1) aus Kefir isolierte Hefenart würde dem sogen. *Sacch. lactis* Adametz identisch zu erachten sein, wenn nicht die buchtige Kolonie die Gelatine allmählich verflüssigen würde. Beijerinck ist der Ansicht, daß die Kefirhefe zu der Kollektivart *Saccharomyces pastorianus* gehöre, bzw. daß 25 gewisse unter diesem Namen beschriebene Hefen mit der Kefirhefe identisch sein möchten. Eine andere von A. Beijerinck isolierte, scheinbar in Edamer Käse ständig vorkommende Milchzuckerhefe ist der sogen. *Saccharomyces tyrocola*. Sie zeichnet sich gegenüber der Kefirhefe durch runde Form der Zellen aus. Gegenüber der *Torula* Adametz 30 unterscheidet sie sich nach B. Heinze und E. Cohn (1) durch eine niedrigere Optimaltemperatur für die Gärung in Milch (23—27 ° C, bei *Sacch. lactis* Adametz 37,5—40 ° C) und dementsprechend durch eine geringe Widerstandsfähigkeit gegen höhere Temperaturen (*Sacch. tyrocola* wird bei halbstündiger Erhitzung auf 50 ° C abgetötet, *Sacch. lactis* Adametz 35 nicht). Der sogen. *Saccharomyces inflans caseigrana*, von N. Bochicchio (1) aus jungem lombardischem Granakäse isoliert, peptonisiert Milch, indem er durch ein von ihm produziertes Labenzym ein Coagulum erzeugt, das durch ein tryptisches Enzym teilweise wieder aufgelöst wird. Wie schon erwähnt, hat O. Jensen (1) neben zwei echten milchzuckerver- 40 gärenden Hefen auch eine *Torula* aus Butter isoliert. Von den von P. Mazé (1) aus französischen Weichkäsen isolierten zehn neuen *Torula*-Rassen ist namentlich eine, Nr. 3, bemerkenswert, da sie nicht, wie die anderen, außer Lactose auch Maltose, Saccharose, Dextrose und Lävulose, sondern erstere nur allein vergärt. Von Dextrose und Lävulose werden geringe 45 Mengen umgesetzt, wenn sie sich neben Lactose befinden. Der ebenfalls in Milch aufgefundenen *Torula amara* Harrison (1), welche den Milchzucker der Milch bis auf Spuren zu vergären vermag, wird im 11. Kapitel dieses Bandes etwas ausführlicher gedacht werden. Ferner hat L. Adametz (3) in Gemeinschaft mit W. Winkler in Olmützer Quargel- 50 käse zwei *Torula*-Arten aufgefunden, von denen eine auf Nährgelatine einen gelbgrün fluoreszierenden Farbstoff produziert und bei der Umsetzung des Milchzuckers wohl Kohlensäure, nicht aber auch Alkohol

auftreten läßt. Die Angaben über eine von L. Ch. Mix (1) beschriebene, aus Nordamerika stammende *Torula* sind mir leider nicht zugänglich.

Schließlich sind von A. Kalanthariantz (1) im kaukasischen Getränke Mazun (s. § 38) drei milchzuckervergärende Hefen nachgewiesen worden. Von der grünlichen Mazunhefe, deren flach ausgebreitete, wenige radiale Streifen zeigende Riesenkolonien anfänglich grünlichgrau, später pfirsichblutrot sind, hat erst P. Lindner (1) den Nachweis der Vergärung des Milchzuckers erbracht. Rohrzucker wird nach Kalanthariantz vollständig, Trehalose zu ein Viertel, Traubenzucker nur schwach, Maltose und α-Methyl-Glucosid gar nicht vergoren. Die beiden anderen, als β-Mazunhefe und Nr. 500 (der Sammlung des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin) bezeichneten Torulahefen sind nach Lindner identisch mit der ersterwähnten grünlichen Mazunhefe. Diese wie die beiden anderen identischen Hefen produzieren auch Säure und rufen ebenso wie eine α-Mazunhefe genannte und eine *Anomalus*-Hefe in Milch und anderen Gärflüssigkeiten einen eigenartigen, an Mazun erinnernden Geschmack und Geruch hervor, weshalb Kalanthariantz sie als wesentliche Bestandteile dieses Getränkes ansieht.

Außer von echten Saccharomyceten und *Torula*-Arten kann der Milchzucker auch noch von anderen Sproßpilzen direkt vergoren werden. So erscheint es wahrscheinlich, daß die *Monilia variabilis* Lindner (1) Milchzucker vergärt, und ferner ist dies mit *Sachsia suavcolens* Lindner der Fall (vergl. 16. Kap. d. IV. Bds.).

Auch von einigen **Schizomyceten** ist bekannt, daß sie aus Milchzucker Alkohol bilden. So setzt der von F. Frankland (1) in Schafmist gefundene *Bacillus ethaceticus* Mannit, Glycerin, glycerinsaures Calcium, Stärke, Rohrzucker, Milchzucker, Glucose und Arabinose in der Hauptsache in Alkohol und Essigsäure um. Ebenso erwähnt H. Weigmann (2) eines, schleimige Kolonien bildenden Bazillus, der in Milch unter Bildung von Alkohol, Kohlensäure und etwas Buttersäure Gärung mit kräftigem Fruchtestergeruch erzeugt. Die Bildung von Fruchtestern ist übrigens bei einer ziemlich großen Anzahl von Bakterien konstatiert worden. Da sie teilweise zum Aroma der Molkereiprodukte beitragen, finden sie bei der Rahmreifung gebührende Beachtung.. Ebenso mögen hier noch diejenigen Bakterien kurze Berücksichtigung finden, welche die sogen. Butylalkoholgärung verursachen. Von einigen dieser Gärungserreger ist bekannt, daß ihnen auch Milchzucker als Material für die Bildung von Butylalkohol dient, so vom *Bacillus orthobutylicus* Grimbert (1) und vom *Amylobacter butylicum* Duclaux (2). Ob das auf S. 112 erwähnte *Granulobacter butylicum* Beijerinck Milchzucker vergärt, ist nicht bekannt. Man vergleiche auch die zugehörigen Angaben im 18. Kapitel des IV. Bandes.

Wie alle Disaccharide, so muß auch der Milchzucker, bevor er die alkoholische Gärung eingehen kann, durch Hydrolyse eine Spaltung in Monosaccharide, hier in Dextrose und d-Galactose, erfahren (vgl. 19. Kap. d. IV. Bds.). In einigen Fällen mag diese durch eine von der Hefe erzeugte größere Menge Säure bewirkt werden, wie das z. B. beim *Saccharomyces lactis acidi* Grotenfelt der Fall sein wird. Im allgemeinen jedoch scheint sie mittels eines von der Hefe erzeugten Enzyms zu erfolgen. Das Vorhandensein eines solchen ist zuerst von M. W. Beijerinck (1) in *Sacch. kefir* und *Sacch. tyrocola*, dann von E. Fischer im *Sacch. lactis* Weigmann und von E. Buchner und J. Meisenheimer (1) in der grünlichen Mazunhefe Kalanthariantz's nachgewiesen worden.

Dieses von Beijerinck **Lactase** genannte Enzym ist wie die Zymase intracellulär. Den milchzuckervergärenden Hefen kommt also in der Mehrzahl das hydrolisierende wie auch das zuckerspaltende Enzym gleichzeitig zu, so daß sie vermöge dieses Zusammentreffens allein imstande sind, die Disaccharide zu vergären. In einigen anderen Fällen dagegen wird die Hydrolyse durch die Tätigkeit anderer Organismen bewirkt, so namentlich durch gewisse Milchsäurebakterien, so daß es dann keiner milchzuckervergärenden Hefe bedarf, um die alkoholische Gärung desselben herbeizuführen. Solche Beispiele des Zusammenwirkens verschiedener Organismen beim Abbau des Milchzuckers zu Alkohol und Kohlensäure liegen besonders in einigen aus Milch bereiteten Getränken vor, so im Kefir, im Mazun und anderen.

§ 36. Kefir.

Als Kefir bezeichnet man ein ursprünglich und schon seit urdenklichen Zeiten in den Kaukasusländern aus Milch bereitetes alkoholhaltiges Getränk. An Stelle der Bezeichnung Kefir sind noch folgende Namen bzw. Schreibweisen in Gebrauch: Kefyr, Kifyr, Kiafyr, Kafyr; im Kaukasus selbst scheinen die Namen Kephôr und Kyppe gebräuchlich zu sein. Nach Jeffimoff (1) sollen diese Bezeichnungen vom Worte Kefy herstammen und „beste Qualität“ oder „bester Trank“, „Wonnetrank“ bedeuten.

Die die Gärung bewirkende „Hefe“ sind hirsekorn- bis erbsengroße, trockene Klümpchen, die von den Muhamedanern als „Hirse des Propheten“ bezeichnet und für ein göttliches, von Muhamed den Menschen hinterlassenes Geschenk gehalten werden. In Europa führen diese Klümpchen den Namen Kefirkörner. Man benutzt zur **Bereitung des Kefirs** sowohl die Milch von Kühen, wie von Schafen und Ziegen. Im Kaukasus wird die Milch in Ziegenfellschläuche gefüllt und nach dem Zusatz des „Samens“ sich selbst überlassen, worauf nach ein paar Tagen, oft schon nach mehreren Stunden, das Getränk fertig ist. Dieses ist zuerst nur dickflüssig und säuerlich, wird dann aber stark schäumend. Die Kefirkörner quellen dabei stark auf, werden hellgelb, elastisch, nehmen kugelige oder elliptische, knollige Form an und sind gekröseartig gefurcht (s. *Fig. 17*). Zugleich verschwindet der ihnen vorher eigene unangenehm ranzige und käseartige Geruch. Zur Bereitung des

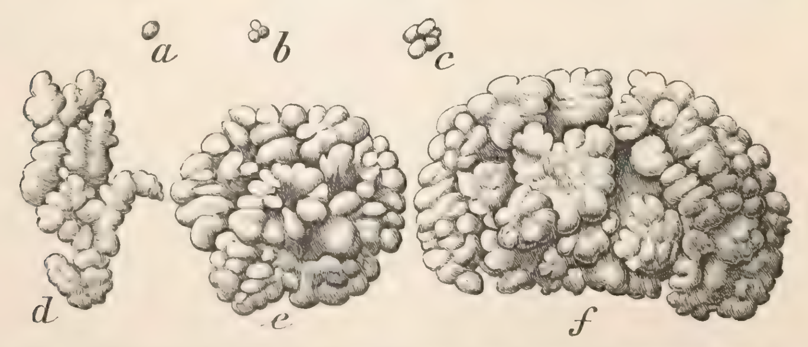


Fig. 17. Kefirklümpchen, oben in eingetrocknetem und unten in gequollenem Zustande. Natürl. Größe. Nach Kern.

Kefirs in Europa werden die in lauwarmem Wasser aufgeweichten Körner erst längere Zeit mit warmer Milch behandelt und sind erst für die Benutzung reif, wenn sie sich an der Oberfläche derselben ansammeln. Sie werden dann täglich mit frischer, am besten abgekochter Milch übergossen, welche sie in schwache Gärung versetzen. Diese nimmt nach dem ersten Tage den Weg einer Säuerung, und erst am zweiten oder dritten Tage tritt alkoholische Gärung und Gasproduktion ein. In diesem Stadium ist der Kefir ein stark schäumendes, schwach säuerliches Getränk, welches wegen seiner leichten Verdaulichkeit sowohl zu diätetischen Kuren als auch bei Blutarmut als kräftigendes Nahrungsmittel gebraucht wird.

Die chemischen Veränderungen, welche die Kuhmilch bei der Kefirgärung erleidet, erstrecken sich fast nur auf den Milchzucker. Zwar soll nach J. Biel (1) das Casein, wie das Albumin der Milch zu Acidalbumosen, Hemialbumosen und Peptonen abgebaut werden. Untersuchungen von O. Hammarsten (1) zufolge, die in nachstehender Tabelle teilweise wiedergegeben und von N. Esaulow (1) bestätigt worden sind, gehört dieser Abbau der Eiweißkörper der Milch jedoch nicht zum Wesen der Kefirgärung.

Prozentische Zusammensetzung von Kefir nach O. Hammarsten.

	Kefir aus Göteborg			Selbstbereiteter Kefir		
	a	b	c	2-tägig	4-tägig	6-tägig
Alkohol	0,70	0,66	0.80	0,23	0,81	1,10
Milchsäure	0,81	0,61	0,76	0,66	0,83	0,90
Milchzucker	2,78	2,90	2.37	3,70	2.24	1,67
Casein	2,98	2,74	2,99	2,57	2.59	2,56
Lactalbumin	0,28	0,17	0,10	0,42	0.40	0,39
Peptonsubstanzen	0.05	0,07	0,08	0,07	0,09	0,12
Fett	3,35	3,10	2,81	3,62	3,63	3,63
Salze (Asche)	0,79	0,65	0,68	0.64	0,62	0,63
Wasser	88,26	89,10	89,41	88,09	88,79	89,00

Die biologischen **Bestandteile der Kefirkörner** sind nach E. Kern (1), der im Jahre 1882 zum ersten Male etwas genauere Angaben über den Kefir machte, — die Mitteilungen von Lipowitz aus dem Jahre 1867 und von Schabloffsky aus dem Jahre 1877 blieben unbeachtet — Hefen und Bakterien. Die ersteren hielt Kern für identisch mit *Saccharomyces cerevisiae*; an den letzteren war ihm die Eigentümlichkeit aufgefallen, daß sie zwei endständige Sporen bildeten, weshalb er sie mit dem Gattungsnamen *Dispora* und mit der Art-Bezeichnung *caucasica* belegte (s. *Fig. 18*). H. Krannhals (1) züchtete aus den Kefirkörnern etwa zehn verschiedene Bakterienarten, von denen eine scheinbar mit *Dispora caucasica* identisch war. Die Untersuchungen Kern's hatten die Auffassung geweckt, daß es sich bei den Kefirkörnern um ein Beispiel echter Symbiose handle; nur war die Rolle, welche den einzelnen bio-

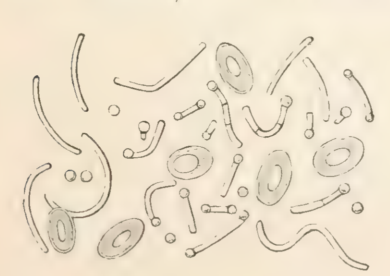


Fig. 18. Dispora caucasica neben Hefenzellen. — Nach Kern.

tischen Bestandteilen dabei zufällt, noch nicht erkannt worden. M. W. BEIJERINCK (1) störte diesen Glauben, indem er zeigte, daß die Entstehung des Alkohols im Kefir einer direkten Vergärung des Milchzuckers zu verdanken sei und zwar mit Hilfe eines von der Hefe selbst 5 erzeugten Enzyms (s. S. 127). Den von KERN gefundenen Milchsäurebakterien kommt nach BEIJERINCK weiter keine Bedeutung zu als die, daß sie die im Kefir ebenfalls stets auftretende und für ihn charakteristische Säuerung und Gerinnung herbeiführen, nicht etwa die, daß sie eine Inversion des Milchzuckers verursachen, damit die Hefe den 10 invertierten Zucker vergären könne. Nach BEIJERINCK ist also der Kefir nicht das Produkt einer Symbiose, oder richtiger Metabiose, sondern einer gleichzeitigen, unabhängigen Tätigkeit einiger in den Kefirkörnern enthaltenen und wesentliche Bestandteile derselben ausmachenden Organismen. Neuerdings legt BEIJERINCK (2) einen besonderen Wert auf 15 eine Milchsäurebakterie, *Lactobacillus caucasicus*, welcher er das Wesentliche und Charakteristische an den Kefirkörnern, die Fähigkeit nämlich, körnige und knollige bis gekröseartige Zooglöen zu bilden, zuschreibt. Dieser (übrigens sehr veränderliche) Bazillus bildet auf Molkengelatine feste und knorpelige, bis auf die Größe den Kefirkörnern völlig ähn- 20 liche Kolonien und vergärt neben Milchzucker auch Rohrzucker, Maltose und Glucose zu Milchsäure. Auch H. SCHOLL (1) und L. ADAMETZ (2) sehen sowohl milchzuckervergärende Hefen wie Milchsäurebakterien als die wirksamen und stetigen Bestandteile der Kefirkörner an. Der *Dispora caucasica* schreibt ersterer peptonisierende Eigenschaften zu, 25 letzterer glaubt nicht an ihre Existenz, sondern ist der Meinung, daß eine Verwechslung mit anderen sporenbildenden Bakterien vorliege, deren er mehrere Arten aus dem Kefir gezüchtet hat. N. ESAULOW (1) findet neben den eigentlichen Kefirgärungserregern, den Hefen und einem Milchsäurebazillus (*Bac. acidi lactici*), regelmäßig noch den *Bacillus* 30 *subtilis*. Diesem kommt nach ESAULOW's Meinung vielleicht eine Mitwirkung bei der Bildung der Kefirkörner insofern zu, als er durch seine Eigenschaft, leicht in Fäden oder in Form von Häutchen oder Decken zu wachsen, die Verkittung der beiden anderen Organismen herbeizuführen imstande wäre.

35 Eine (wie es scheint endgültige) Lösung der Frage über die Gärungserreger im Kefir haben die Untersuchungen E. VON FREUDENREICH's (1) gebracht. Bei zahlreichen Analysen stellten sich immer wieder vier verschiedene Organismen ein, von denen wenigstens drei sich als für die Gewinnung des Getränkes unentbehrlich erwiesen. Die Hefe 40 des Kefirs, *Saccharomyces kefir* E. VON FREUDENREICH ist, da sie keine Ascosporen bildet, eine *Torula*-Art. Die Zellen sind, von Milchzuckergelatinekulturen genommen, wo sich kleine, runde, anfangs weißliche, später gelbliche, am Rande grobgekörnte Kolonien entwickeln, meist oval, 3—5 μ lang und 2—3 μ breit, seltener rundlich. Letztere Form 45 ist auf Kartoffelkulturen (gelbliche Rasen) häufig. Temperatur-Optimum 22° C, — Maximum 28° C und wenig darüber. Bei 35° C kein Wachstum mehr, 50° C während der Dauer von 5 Minuten wirken tödlich. Die *Torula* verträgt auch das Eintrocknen schlecht und geht nach 4 und mehr Tagen ein. In Milch keine Gärung, aber Bildung eines eigen- 50 tümlichen, nicht hefenartigen Geschmackes. Wird der Milchzucker jedoch hydrolysiert, was durch die von E. VON FREUDENREICH ebenfalls aus Kefir gezüchtete Milchsäurebakterie *Streptococcus b* geschehen kann, dann tritt Gärung ein. Maltose und Traubenzucker werden direkt ver-

goren. Außer der Hefe traf E. von Freudenreich regelmäßig zwei Milchsäurebakterienarten im Kefir an. Die eine, *Streptococcus a*, gleicht in ihren morphologischen und kulturellen Eigenschaften den Bakterien der Kollektivart *Streptococcus lacticus*, hat aber die Eigentümlichkeit, Gas zu bilden, und zwar nach 5 Tagen bei 35° C 2 ccm und nach 13 Tagen 8.75 ccm im Schaffer'schen Eudiometer. Die Säuregerinnung in der Milch tritt bei 22° C erst nach 4 Tagen und bei 35° C nach 2 Tagen ein. Entgegen den Erwartungen verträgt diese Milchsäurebakterie ebensowenig wie die Hefe das Eintrocknen. Der *Streptococcus b* bildet kleinere Zellen und auch kleinere Kolonien als der *Streptococcus a*. Obwohl er ein kräftigerer Säureerreger ist, bringt er die Milch nicht zum Gerinnen. Auch die Gasproduktion ist eine erhöhte (nach 5 Tagen bei 35° C 14 ccm), und ferner scheint seine Widerstandsfähigkeit gegen höhere Temperaturen und gegen Eintrocknung eine sehr viel größere zu sein als beim *Streptococcus a*. Der Geschmack der Milch, in welcher der *Streptococcus b* gewachsen ist, ist säuerlich adstringierend. Der *Bacillus caucasicus* E. von Freudenreich ist ein beweglicher, gerader Bazillus von ca. 1 μ Breite und im Mittel 5—6 μ Länge. An den abgerundeten Enden erscheinen oft, und zwar an beiden Enden zugleich, glänzende Punkte. E. Kern hat diese für Sporen angesehen und der Bakterie deshalb den Namen *Dispora* gegeben (vgl. Bd. I, S. 108). Nach E. von Freudenreich aber verhalten sie sich sowohl der Färbung wie der Erhitzung gegenüber genau so wie der übrige Teil der Bakterie. Diese wächst auf künstlichen Nährböden schlecht, so daß es nicht immer gelingt, ihrer habhaft zu werden. In Milch tritt Säureproduktion aber keine Gerinnung ein; der Geschmack der Milch ist wie bei *Streptococcus b* adstringierend sauer. Die Gasentwicklung ist eine ziemlich kräftige (bei 35° C nach 5 Tagen 14 ccm im Eudiometer), die Widerstandsfähigkeit gegen Eintrocknung wieder sehr gering.

Das Verhalten der von E. von Freudenreich aus Kefir gezüchteten vorgenannten vier Organismen zueinander ist nun folgendes. Wie schon erwähnt, vergärt die Hefe Milchzucker und Milch direkt nicht, sondern erst dann, wenn der Milchzucker hydrolysiert ist, was durch die eine der Milchsäurebakterien, den *Streptococcus b*, geschieht. Es kommt nur diesem, nicht auch dem *Strept. a*, diese Rolle zu; der letztere bewirkt nur die Gerinnung der Milch. Der Nachweis, daß die Hefe erst nach der Einwirkung des *Strept. b* auf den Milchzucker ihre Gärtätigkeit beginnt, ist dadurch geliefert, daß Milchzuckerbouillon, in welcher der *Strept. b* seine Gasbildung beendet hat, nach Aufimpfung von Kefirhefe von neuem und kräftig zu gären beginnt. Die Rolle des *Bacillus caucasicus* ist vorläufig noch unbekannt. Daß die aus dem Kefir gezüchteten vier Pilze auch tatsächlich die Erreger der Kefirgärung sind, das zu beweisen gelang E. von Freudenreich in der Weise, daß er zunächst Mischkulturen von ihnen auf Milchzuckeragar herstellte und diese dann in sterilisierter Milch weiterzüchtete. Wohl entstand dabei in den ersten Milchimpfungen zunächst gewöhnlich nur eine Milchsäuregärung; die alkoholische Gärung setzte aber bald ein, wenn, unbekümmert um diesen scheinbaren Mißerfolg, die Umimpfung fortgesetzt wurde. Es ist also E. von Freudenreich gelungen, aus den von ihm aufgefundenen Komponenten der Kefirkörner Kefir herzustellen; dagegen aber ist es ihm nicht gelungen, Kefirkörner selbst zu gewinnen. Die Ansicht E. von Freudenreich's, daß der *Bacillus caucasicus* etwa zur Bildung

der Körner beitragen würde, hat sich nicht bewahrheitet: auch konnte Kefir ohne die Mitwirkung desselben hergestellt werden.

In welchem Verhältnis die von Beijerinck im Kefir gefundenen Organismen, namentlich der *Lactobacillus caucasicus*, zu den von E. von Freudenreich'schen Bakterien, speziell zu *Streptococcus a* und *b* und dem *Bacillus caucasicus*, stehen, ist vorläufig nicht zu erkennen. Man wird aber E. von Freudenreich zustimmen müssen, wenn er sagt, daß nicht in jedem Kefir notwendigerweise die von ihm aufgefundenen Organismen vorhanden sein müßten. Er hält namentlich *Streptococcus a* und *b* für leicht ersetzbar, während er die Hefe und den *Bacillus caucasicus* für konstante Erscheinungen ansieht. Es liegt aber doch wohl kein Grund vor, die Möglichkeit für ausgeschlossen zu erachten, daß die Alkoholgärung im Kefir gelegentlich durch Hefen hervorgerufen wird, welche Milchzucker direkt vergären, und es sei mit Bezug darauf nochmals erwähnt, daß auch A. Jörgensen eine solche Hefe aus Kefir gezüchtet hat (s. S. 125). Für die Körnerbildung, welche E. von Freudenreich mit seinen vier Organismen nicht gelungen ist, scheint die Angabe Beijerinck's, daß sein *Lactobacillus caucasicus* knorpelige Kolonien bildet, nicht unwichtig zu sein. Die Beobachtung E. von Freudenreich's, daß die Organismen des Kefir gegen Eintrocknung sehr wenig widerstandsfähig sind, erklärt vielleicht die Erfahrung, daß es recht häufig nicht gelingen will, aus den Kefirkörnern richtigen Kefir zu erhalten.

§ 37. Kumys.

Ein zweites Produkt einer gleichzeitigen bzw. rasch aufeinanderfolgenden Milchsäure- und Alkoholgärung ist der Kumys, auch Milchwein, Vinum lactis oder Lac fermentatum genannt. Er ist ein in den Steppen des südlichen Rußland und Sibiriens von den dortigen nomadischen Völkerschaften meist aus Stutenmilch, bisweilen auch aus Kamel- und Eselinnenmilch schon seit urdenklichen Zeiten bereitetes Getränk. Das Wort Kumys soll von dem Namen eines schon von Xenophon genannten Volkes, den Kumanen oder Komanen, abgeleitet sein, das die Bereitung des Kumys zuerst ausgeübt haben soll. Nach Besiegung dieser Völkerschaft durch die Tataren im Jahre 1215 ist die Kenntnis der Bereitung dieses Getränkes auf diese übergegangen, und es ist bei ihnen von Wilhelm Rubruck (auch Rubruquis) angetroffen worden, welcher von Ludwig dem Heiligen im Jahre 1253 nach der Tatarei geschickt wurde. Er erzählt von einem aus Stutenmilch bereiteten Getränk Kosmos, das von den Tataren im Sommer als fast ausschließliche Speise genossen wird. Um dieselbe Zeit berichtet Marco Polo (1) von dem bei den Tataren üblichen Milchwein Chumis oder Chemius und im Jahre 1776 Pallas (1) von der Bereitung eines Milchbranntweins bei den Kalmücken. Die Beobachtung, daß die Tataren selten krank und fast nie lungenleidend wurden, war Veranlassung, daß von den benachbarten Völkerstämmen Rußlands Lungenkranke Aufenthalt bei ihnen suchten und die günstige Wirkung, welche man bei diesem Kuraufenthalt dem Genusse des Kumys zuschrieb, gab den Anstoß dazu, daß zuerst im östlichen Rußland, hauptsächlich in Samara, später auch im westlichen Rußland, seit 1874 in Wien und seit den achtziger Jahren auch in Deutschland Kumys-Kuranstalten (z. B. in Bremen 1883) eingerichtet wurden. Während man in Rußland und auch in Wien Stutenmilch ver-

wendet, benutzt man in Bremen und in Davos in der Schweiz auch Kuhmilch. Die Verwendung des Kumys als diätetisches Heilmittel hat sich also durch jahrelange Erfahrung bewährt, und er wird gebraucht bei Anämie (Blutarmut) aus verschiedener Ursache, speziell infolge von Verdauungsstörungen, bei Chlorose, Skorbut, Hysterie und Hypochondrie 5 als Symptom der Anämie, in den Erschöpfungsstadien akuter Krankheiten wie Typhus, bei Lungentuberkulose, Zuckerkrankheit usw.

Bei den Nomaden bestand die **Bereitung des Kumys** einfach darin, daß man in die Schläuche, welche zur Aufbewahrung der gärenden Milch benutzt wurden, nach Entfernung dieser neue frischgemolkene 10 Stutenmilch aufgab. Nach den Mitteilungen von J. Biel (1) benutzt man in Rußland entweder alten Kumys, bzw. eingetrockneten Kumysabsatz, oder man bringt mit Hilfe von sauer gewordener Kuhmilch Pferdemilch in Gärung, bis man nach 4—5-maliger Umimpfung schließlich stark gärende Pferdemilch erhält. In den kaukasischen Mineral- 15 wasserkurorten bedient man sich, wie Allik (1) berichtet, zur Bereitung des Kumys aus Stutenmilch der flüssigen Bierhefe. Diese wird in hölzernen Gefäßen mit der 4-fachen (wenn man die Gärung langsamer verlaufen lassen will, mit der 10-fachen) Menge Stutenmilch vermischt, und unter öfterem Umrühren zwei Tage lang bei einer Temperatur von 20 20—22° C der Gärung überlassen. Zu dieser „ersten Säuerung" werden 5 Teile frischer kalter Milch zugesetzt, die Mischung 4 Stunden bei 22—25° C aufbewahrt und dann auf Flaschen abgefüllt, welche, nach 3—4-stündigem Verweilen bei derselben Temperatur, dann im Eiskeller bei 8° C aufbewahrt werden. Je nachdem der Kumys 3 oder 12 oder 25 36 Stunden oder noch länger nach dem Abziehen auf Flaschen genossen wird, ist er verschieden stark und verschieden zusammengesetzt. Er wird gewöhnlich als eintägiger oder schwacher, 2—3-tägiger oder mittelstarker (die übliche Stärke) und als 5—7-tägiger, starker Kumys verordnet.

Die **Veränderungen**, welche die Milch erleidet, geben sich, wie er- 30 wähnt, in einer Säuerung und Gerinnung der Milch, sowie in einer Alkoholgärung mit starker Gasbildung kund. Die Milch wird dickflüssig, indem das geronnene Casein sich in außerordentlich feiner Verteilung befindet und selbst nach langem Stehen sich nicht absetzt, und sie schäumt beim Oeffnen der Flaschen wie Champagner; der Gasdruck ist 35 nicht selten so stark, daß die Flaschen zerplatzen. Der Geschmack ist angenehm, voll, säuerlich, an Mandeln erinnernd. Nach den Untersuchungen von Biel, wie auch nach denen von Dochmann (1) und von A. K. Allik geht neben den schon erwähnten Umsetzungen auch eine solche der Eiweißstoffe einher. Die chemische Zusammensetzung 40 ist nach Allik in der Tabelle auf S. 134 angegeben.

Zu der Bildung eigentlicher Peptone kommt es also nicht, sondern nur zu solcher von Albumosen. Die Säuremenge ist einfach durch Titration mit Alkali bestimmt, ist also nach früheren Ausführungen (s. S. 55) zu hoch angegeben. Guter Kumys soll nicht mehr als 2 Proz. 45 Alkohol und höchstens 1 Proz. Säure (Milchsäure) enthalten.

Ein dem Kumys ähnliches Getränk aus abgerahmter Kuhmilch erhält man nach W. Fleischmann (1), wenn man 100 Teile Zentrifugenmagermilch mit 42 Teilen Wasser, 1,75 Teilen Rohrzucker, 0,78 Teilen Milchzucker und 0,16—0,18 Teilen Preßhefe bei 37° C ansetzt und unter 50 sechsmaligem Umrühren 2 Stunden lang stehen läßt. Nach dem letztmaligen Umrühren läßt man absitzen und füllt nach Verlauf der 2 Stunden auf Champagnerflaschen ab, welche man nach guter Verkorkung und

Prozentische Zusammensetzung von Kumys aus Stutenmilch.

In 100 Teilen sind enthalten	Bereitung aus 1 Teil Hefe u. 4 Tln. Milch; nach Gärung durch Stunden		Bereitung aus 1 Teil Hefe und 10 Teilen Milch; nach Gärung durch Stunden	
	62	84	84	96
Freie Kohlensäure	0,569	0,668	0,589	0,750
Alkohol	1,986	2,010	1,588	2,000
Milchsäure	0,848	0,912	0,894	0,928
Milchzucker	1,433	0,982	2,573	1,526
Casein	1,007	0,952	1,032	0,990
Albumin	0,411	0,398	0,402	0,399
Acidalbumin	0,179	0,194	0,176	0,187
Hemialbumose	0,664	0,659	0,656	0,681
Asche	0,313	0,320	0,322	0,331
Summe der Eiweißstoffe	2,261	2,203	2,266	2,257
Trockensubstanz	7,020	6,328	7,710	7,108
Spez. Gew. bei 4° C	1,025	1,024	1,026	1,025

Verschließung bei 12° C aufbewahrt, jedoch vor Ablauf von 6 Tagen aufbraucht, weil sonst die Säuerung zu stark vorschreiten würde.

Ueber die Erreger der Kumysgärung sind Untersuchungen nicht angestellt. Wie erwähnt, beruht die Darstellung auf der Benutzung 5 entweder von altem, getrocknetem Kumys oder von Bierhefe. Im ersteren Falle kann man annehmen, daß die Alkoholgärung durch eine milchzuckervergärende Hefe herbeigeführt wird, während im letzteren Falle die Bierhefe sie besorgt, was natürlich nur durch eine vorausgegangene Hydrolysierung des Milchzuckers möglich ist. Mehrfach freilich wird 10 bei der Bereitung des Kumys der Milch (dann meist Kuhmilch) Rohrzucker oder Fruchtzucker in der Form von Honig zugesetzt, um so die Alkoholgärung herbeizuführen; solcher Kumys ist aber eben nur eine künstliche Nachahmung und für das Studium der Organismen desselben bedeutungslos.

15 § 38. Mazun, Leben und einige andere alkoholische Getränke aus Milch.

Ein drittes säuerlich-alkoholisches Getränk des asiatischen Westens aus Milch ist das **Mazun.** Es ist dem Kefir sehr ähnlich, hat aber einen eigenartigen (angenehmen) Geschmack, wodurch es sich von diesem 20 und anderer saurer Milch unterscheidet. Es wird in seiner Heimat, in Armenien, sowohl aus Büffel- oder Ziegenmilch, als auch, und namentlich in den Städten, aus Kuhmilch bereitet. Seine Hauptverwendung findet das Mazun als Ansäuerungsmaterial bzw. als Gärungserreger bei der Butterbereitung, wobei die Butter ein angenehmeres Aroma erhält. 25 Außerdem aber wird das Mazun zu verschiedenen Milchspeisen sowie als Getränk verwertet, wobei es teils mit Löffeln genossen oder auch mit Wasser vermengt im heißen Sommer auf dem Felde getrunken wird, weil das miasmatische Klima den Gebrauch von Wasser und die Hitze den Genuß anderer alkoholischer Getränke verbietet. In derselben Weise 30 wird auch die unter Benutzung von Mazun bei der Butterbereitung gewonnene Buttermilch genossen, ferner wird der nach Absitzen und Ab-

pressen gewonnene Quark. Than, mit Mehl versetzt und an der Sonne getrocknet. Dieses Tschorathan (trockenes Than) dient in den langen Wintern, mit Spinat und Reis zusammengekocht und mit Pfefferminze und anderen Gewürzen schmackhaft gemacht, als beliebte, Thanapur genannte Speise. Die Bereitung des Mazun als Getränk geschieht in ganz ähnlicher Weise wie beim Kefir und Kumys. Von diesen unterscheidet es sich durch eine schwächere Alkoholgärung, die ja namentlich beim Kumys eine sehr starke ist. Die Flora des Mazun ist ebenfalls bereits Gegenstand der Forschung gewesen; es ist aber noch nicht mit Sicherheit ermittelt, welche von den mehrerlei aus dem Mazun isolierten Organismen als wesentliche und für das Zustandekommen des eigenartigen Getränkes notwendige anzusehen sind. Nach dem im Kefir gegebenen Beispiele darf man wohl annehmen, daß auch hier eine Milchsäure- und eine Alkoholgärung nicht bloß nebeneinander hergehen, sondern die eine durch die andere bedingt ist. In der Tat hat O. Emmerling (1), der sich speziell mit dem Studium der Bakterien des Mazun beschäftigt hat, in ihm neben einer gelben Sarcine, dem Heubazillus, dem *Bacterium lactis acidi* und einigen Schimmelpilzen einen Mikrokokkus gefunden, der Milchzucker und Rohrzucker hydrolysiert. Dieser Mikrokokkus ist 1 bis 1,5 μ groß und von etwas ovaler Form, wächst auf den üblichen Nährböden schnell und gut. Die Gelatinestrichkultur bildet einen weißen, unregelmäßig umrandeten Rasen, dessen Umgebung sich schleierartig trübt, und welcher das Licht in hervorragend schöner Weise bricht. Verflüssigung tritt nicht ein. Die Milch gerinnt nach einigen Tagen durch Säuerung ohne Gasbildung. Die Säure ist inaktive Milchsäure. Das Temperaturoptimum liegt bei 25—30° C. Die Hefen des Mazun sind von A. Kalanthariantz (1) sowie auch von P. Lindner (1) isoliert worden. Es sind ihrer neun an der Zahl, wovon drei als milchzuckervergärend bereits auf S. 127 aufgeführt worden sind. Unter den anderen ist noch eine *Anomalus*-Art (Nr. 481 der Sammlung des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin) erwähnenswert, weil sie einen angenehmen Fruchtestergeruch erzeugt, sowie auch noch die α-Mazunhefe und die anderen oben schon erwähnten Hefen, weil sie den sauren und eigenartig aromatischen Mazungeruch verursachen.

Dem Kefir ähnlich, aber doch von etwas anderem Charakter ist das **Leben raïb** oder einfach **Leben** der Aegypter und die **Yaourte** der Griechen und Türken. Das Leben ist ein süß-säuerliches erfrischendes Getränk von angenehmem Geschmack und besonderem Aroma, das von dem des Kefir verschieden ist. Auch tritt die Alkoholgärung gegen die Säuerung noch mehr zurück als beim Kefir, und außerdem ist die Milch flockig geronnen und nicht wie beim Kefir das Casein fein verteilt. In Aegypten wird das Leben aus Büffel-, Kuh- oder Ziegenmilch bereitet, indem man die abgekochte und noch etwas warme Milch mit altem, Roba genanntem Leben impft. Der Gebrauch des Leben als Speise ist bei den Aegyptern mehrere Jahrhunderte alt, und die Araber sollen es als Heilmittel noch benutzen. Es ist fraglich, ob das Leben der Syrier und Araber, wie die Yaourte der Türken dem Leben der Aegypter völlig gleich ist; nach M. Arnold ist dies mit dem Leben der Algerier nicht der Fall, vielmehr soll dieses andere Organismen enthalten.

Das ägyptische Leben ist von Ed. Rist und J. Khoury (1) mykologisch untersucht worden. Es ist gelungen, aus dem Getränk fünf Organismen zu züchten, deren gemeinsamer Tätigkeit dieses in seiner Eigenartigkeit zu danken ist. Die fünf Organismen sind ein in langen

Ketten wachsender Bazillus (Streptobazillus), ein kleinerer Bazillus und ein Streptokokkus, alle drei die Milch säuernd, dann eine echte Hefe und eine *Mycoderma*-Art. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß gerade letztere für die Eigenart des Geschmackes des Leben von besonderem Einfluß ist, jedenfalls wird ihr das baldige Auftreten einer scharfen, das Getränk nach einigen Tagen ungenießbar machenden Säure zuzuschreiben sein. Der *Streptobacillus lebenis* ist ein unbewegliches gerades Stäbchen von 6—8 μ mittlerer Länge und 0,5 μ Dicke mit scharf abgeschnittenen Enden. Aus Milch und von Zuckeragar genommen sind die Stäbchen meist einzeln oder in ganz kurze Ketten vereinigt, in Zuckerbouillon wachsen sie in einem Gewirr von langen Fäden. Sie sind färbbar nach Gram und bilden auf Milch- und Traubenzuckeragar kleine, flache, unregelmäßig gestaltete, etwas silbern glänzende Kolonien. Die Tiefenkolonien sind nebelig unscharf. Milch wird bei 37° C schon innerhalb 6 Stunden zur Säuregerinnung gebracht; Casease wird nicht erzeugt. Der feuchtglänzende, irisierende Kolonien bildende *Bacillus lebenis* erzeugt in Milch, in der er gut wächst, Säure, bringt aber keine Gerinnung zustande. Dagegen ist dies sehr bald der Fall bei dem zugleich etwas Käsegeruch hervorrufenden *Diplococcus lebenis*. Die Hefe vergärt Glucose, Saccharose und Maltose, dagegen nicht Milchzucker. Die *Mycoderma*-Art wächst vorzüglich in Glucose und Maltose. Die Gärung in ersterer dauert 14 Tage, und später macht sich ein saurer, wenig angenehmer Geruch bemerkbar. In Milchzuckerbouillon und in Molke ist das Wachstum ein nur geringes unter Bildung einer dünnen Haut; Gärung tritt nicht ein. Allen fünf Pilzen ist gemeinsam, daß sie nur bei Gegenwart von Zucker gut gedeihen, der *Streptobacillus* und der *Diplococcus* zeichnen sich noch dadurch aus, daß sie außer dem Säuerungsenzym auch noch ein Labenzym produzieren, Milch also selbst nach völligem Aufbrauch des Milchzuckers und nach Neutralisierung der Säure nochmals zur Gerinnung bringen. Ferner kommt dem *Streptobacillus lebenis* wie auch dem *Bacillus lebenis* — diesem in geringerem Maße — die Eigenschaft zu, in Gemeinschaft mit der Hefe und der *Mycoderma* den Milchzucker der Milch in alkoholische Gärung zu versetzen. Die beiden Bakterien müssen also Lactase bilden, wenn es auch den genannten Forschern nicht gelungen ist, mit Hilfe dieser Organismen Milchzucker in Glucose und Galactose zu spalten. Von den fünf aus dem ägyptischen Leben isolierten Organismen leben also vier in Metabiose, indem der *Streptobacillus* und der *Bacillus* den Milchzucker hydrolysieren, darauf die Hefe die Komponenten desselben alkoholisch vergärt und die *Mycoderma* sowohl die entstandene Glucose säuert wie wahrscheinlich auch den Alkohol verbrennt. Der *Diplococcus* wirkt nur bei der Säuerung und Gerinnung der Milch mit. Es ist auch Rist und Khoury, ebenso wie E. von Freudenreich beim Kefir, geglückt, aus den erwähnten fünf Organismen Leben zu bereiten und zwar am besten, wenn sie zuerst den Hefen Gelegenheit gaben, sich in der Milch zu entwickeln, und dann erst die Spaltpilze nachimpften.

Ein alkoholisches Getränk aus Milch ist ferner der **Galactonwein** A. Bernstein's. Er wird gewonnen, indem man Milch durch eine von Bernstein aufgefundene Bakterie peptonisieren läßt und sie darauf mittelst einer milchzuckervergärenden Hefe in Gärung versetzt. Das *Bacterium peptofaciens*, welches Casein unter Bildung von Albumosen, Tyrosin, etwas Milchsäure, Buttersäure und Essigsäure auflöst, ist ein sehr kleines, kaum 1 μ langes und halb so breites Stäbchen, das be-

weglich ist und Sporen nicht zu bilden scheint. Es bildet auf Nährgelatine runde helle verflüssigende, auf Agar üppige schleimige Kolonien und auf Kartoffeln eine feine glatte, bräunliche Haut. Milch wird ohne Gasbildung unter schwach säuerlicher Reaktion peptonisiert. Zur Bereitung des Galactonweines wird sterilisierte Milch mit dem *Bact. peptofaciens* geimpft und 8 Tage lang bei 20—30° C aufbewahrt, sodann zur Abscheidung des ungelöst gebliebenen Caseinrestes erhitzt und filtriert. Die so erhaltene gelblichrote bis bräunliche Flüssigkeit, welche BERNSTEIN „Galacton“ nennt, läßt sich unverändert oder nach weiterer Konzentration durch Eindampfen sterilisieren und aufbewahren. Durch Zusatz einer milchzuckervergärenden Hefe wird sodann alkoholische Gärung und so ein dem Biere etwas ähnliches nahrhaftes Getränk erzeugt. Gibt man noch Rohrzucker hinzu, so wird mehr Alkohol gebildet und man erhält dann den eigentlichen Galactonwein. Für sich allein, d. h. ohne Alkoholgärung, läßt sich das Galacton am besten nach Imprägnierung mit Kohlensäure genießen.

Von den halbwilden Völkerschaften Sibiriens, den Burjaten, Tungusen, Tataren, Orotschenen u. dgl. m. wird aus vergorener Milch ein ziemlich viel Alkohol enthaltendes Getränk, die **Arakà** oder **Ojràn** hergestellt. Wie ST. VON ZALESKI (1) mitteilt, läßt man die Milch in großen Gefäßen gären und destilliert sie dann aus einer großen plumpen Retorte mit eisernem oder kupfernem Boden. Ein analysiertes Destillat enthielt 7—8 Proz. Alkohol, nebenbei aber wohl auch flüchtige Fettsäuren, denn es riecht und schmeckt widerlich. Bei nochmaliger Destillation der Arakà wird sie alkoholreicher und freier von flüchtigen Säuren und dadurch ein besseres Getränk, das den angesehenen Gästen vorgesetzt wird. Die Bereitung der Arakà ist verbreitet und es finden große Mengen Milch für diesen Zweck Verwendung.

Unter der Bezeichnung Milchchampagner oder Brausemilch wird mit Kohlensäure imprägnierte Milch mit und ohne Zusatz von Fruchtsäften in den Handel gebracht. Molkenchampagner und Molkenpunsch sind künstlich in alkoholische Gärung versetzte Molken.

Literatur

zum Kapitel Die Alkoholgärung in der Milch.

*__Adametz,__ L., (1) Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 5, S. 116. — (2) Oesterr. Monatsschr. f. Tierheilk., 1890, Bd. 15, S. 61. — (3) Ueber die Ursachen und Erreger der abnormalen Reifungsvorgänge beim Käse. Bremen 1893. *__Allik,__ A. K., (1) Dissert. Dorpat 1895; ref. in Kochs Jahresb., 1895, Bd. 6, S. 223. *__Bau,__ A., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1896, Bd. 19, S. 303. *__Beijerinck,__ M. W., (1) Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 6, S. 44. — (2) Z. f. Spiritusindustrie, 1902, Bd. 25, S. 533. *__Bernstein,__ A., (1) Milchztg., 1895, Bd. 24, S. 85. *__Biel,__ J., (1) Cit. n. Malys Jahresb. ü. d. Fortschr. d. Tierchem., 1886, Bd. 16, S. 159. *__Bochicchio,__ N., (1) Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 15, S. 546. *__Boullanger,__ E., (1) Ann. Pasteur, 1897, Bd. 11, S. 720. *__Buchner,__ Ed., und __Meisenheimer,__ J., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1903, Bd. 36, S. 634. *__Dochmann,__ (1) Cit. n. Malys Jahresb. üb. d. Fortschr. d. Tierchem., 1881, Bd. 11, S. 190. *__Duclaux,__ E., (1) Ann. Pasteur, 1887, Bd. 1, S. 573; 1889, Bd. 3, S. 201, und Principes de laiterie, Paris 1894, S. 60. *__Emmerling,__ O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2 Abt., 1898, Bd. 4, S. 418. *__Esaulow,__ N., (1) Dissert. Moskau 1895; ref. in Kochs Jahresb., 1895, Bd. 6, S. 222. *__Fischer,__ E., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1894, Bd. 27, S. 3481. *__Fleischmann,__ W., (1) Lehrb. d. Milchwirtschaft, 2. Aufl., Bremen 1898. *__Frankland,__ Percy F., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1890, Bd. 7, S. 241; 1892, Bd. 12, S. 724 u. 725. *__Freudenreich, E. von,__ (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1896, Bd. 10, S. 1. — (2) Ann. Pasteur, 1895, Bd. 9, S. 811. *__Freudenreich, E. von,__ und __Jensen,__ O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 545. *__Goldhausen,__ Fr., (1) Kumys (Milchwein). Halle a. S. 1889. *__Grimbert,__ L., (1) Ann. Pasteur, 1893, Bd. 7, S. 353. *__Groten-__

felt, G., (1) Fortschr. d. Medizin, 1889, Bd. 7, S. 131. ***Hammarsten,** O., (1) Ref. in Malys Jahresb. ü. d. Fortschr. d. Tierchem., 1886, Bd. 16, S. 163. ***Harrison,** M., (1) Revue générale du lait, 1902—1903, Bd. 2, S. 457. ***Heinze,** B., und **Cohn,** E., (1) Z. f. Hyg., 1904, Bd. 46, S. 286. ***Jensen,** O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 137. ***Jeffimoff,** (1) Cit. n. Freudenreich (1). ***Jörgensen,** A., (1) Cit. n. Klöcker (1). ***Kalanthariantz,** A., (1) Dissert. Berlin 1898; ref. in Kochs Jahresb., 1898, Bd. 9, S. 322. ***Kayser,** E., (1) Ann. Pasteur, 1891, Bd. 5, S. 395. ***Kern,** Ed., (1) Bulletin Soc. des Naturalistes de Moscou, 1881, Nr. 3, S. 141; Bot. Ztg., 1882, Bd. 40, S. 264. ***Klöcker,** A., (1) Die Gärungsorganismen etc., Stuttgart 1900. ***Krannhals,** H., (1) Deutsch. Arch. f. klin. Med., 1884, Bd. 35, S. 18. ***Lindner,** P., (1) Mikroskopische Betriebskontrolle in d. Gärungsgewerben, 3. Aufl., Berlin 1901. ***Marco Polo,** (1) Cit. n. Martiny (1). ***Martiny,** B., (1) Die Milch. Danzig 1871. ***Mazé,** P., (1) Ann. Pasteur, 1903, Bd. 17, S. 11. ***Mix,** L. Ch., (1) Proceed. American Acad. of Arts and Sciences, 1891, Bd. 26, S. 102. ***Pallas,** (1) Sammlung histor. Nachrichten ü. d. mongolischen Völkerschaften. St. Petersburg, 1776, Bd. 1, S. 132; cit. n. Martiny (1). ***Rist,** E., und **Khoury,** J., (1) Ann. Pasteur, 1902, Bd. 16, S. 65. ***Rubruck,** W., (1) Cit. n. Goldhausen (1). ***Schipin,** D., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 775. ***Scholl,** H., (1) Die Milch. Wiesbaden 1891, S. 38. ***Stoklasa,** J., (1) Arch. f. Hyg., 1904, Bd. 50, S. 158. ***Tscheppe,** (1) Ref. in Chem. Centralbl., 1889, II, S. 457. ***Weigmann,** H., (1) Milchztg., 1890, Bd. 19, S. 743, und Jahresb. d. milchw. Versuchsstat. Kiel 1891/2, S. 24. — (2) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 793. ***Zaleski,** St. Szcz. **von,** (1) Chem.-Ztg., 1895, Bd. 19, S. 77.

(Manuskript-Einlauf: 30. Juni 1905.)

9. Kapitel.

Der Abbau des Caseins.

§ 39. Verbreitung, Gewinnung und Prüfung des Labes.

Das Labenzym oder Lab, Chymosin, Rennin, ist das Gerinnungsenzym der Milch. Es erzeugt in dieser ein, anfangs das Volumen der Milch einnehmendes, dann aber, namentlich bei Wärme unter Ausscheidung eines gelblichgrünen Serums (der Molke) sich zusammenziehendes Coagulum. Da der Vorgang von einer Umsetzung, einer Spaltung des Caseins in zwei Körper begleitet ist, so kann man unter der Annahme, daß diese Spaltung eine Hydratation bedeutet, vom Lab auch als von einem proteolytischen Enzym sprechen. Da aber die Koagulation die augenfälligste Erscheinung bei der Wirkung des Labes ist, so hat man dasselbe zusammen mit anderen, ähnliche Erscheinungen auslösenden Enzymen in einer Gruppe, in der der Koagulasen (s. Bd. I, S. 257 u. 260), vereinigt.

Das Lab hat eine große **Verbreitung.** Die Verdauungsfermente sowohl im Tier- wie im Pflanzenreich sind, wie es scheint, ständig von Labfermenten begleitet, es fehlt wohl in keinem Säugetiermagen, ist aber auch in geringen Mengen im Magen von Vögeln, Fischen, Fröschen und anderen Tieren enthalten. Warren (1) hat es auch beim Hummer nachweisen können. Eine Hauptquelle ist die vierte, faltige Abteilung des Wiederkäuermagens, der Labmagen saugender Tiere, speziell der Kälber, Lämmer und Ziegen. Nach L. Sommer's (1) Ermittlungen wird am meisten Lab von den um den Pylorus sitzenden Teilen des Labmagens abgesondert, auch enthält nur die Magenschleimhaut der jungen, noch mit Milch genährten Tiere größere, für die technische Gewinnung

des Enzyms in Betracht kommende Mengen. Aber auch in anderen tierischen Organen, wie in Leber, Niere, Milz, Lunge, Gehirn etc. findet sich zufolge Edmunds (1) Lab. O. Hammarsten (1) nimmt an, daß das Lab in Form eines Zymogens (s. Bd. I, S. 269), einer unwirksamen Vorstufe des Labes, als Prolab, in der Magenschleimhaut enthalten ist, aus welchem durch Einwirkung von Säure das Lab entsteht. Kaum weniger als im Tierreich ist das Lab im Pflanzenreich verbreitet. Linné teilt mit, daß von den Lappländern die Blätter der *Pinguicula vulgaris* dazu benutzt würden, um Milch zum Gerinnen zu bringen und Matthioli (1) erwähnt schon im 16. Jahrhundert der Eigentümlichkeit des Labkrautes (*Galium verum*), Milch zu koagulieren; in England wird dasselbe teilweise noch heute bei der Käsebereitung verwendet. Eine geschichtliche Darstellung der Kenntnis des Labes vom Altertum bis in die Neuzeit findet sich bei R. Peters (1) und R. Green (1). Ebenso enthalten die Blütenblätter der Artischoke (*Cynara scolymus*) ein labartiges Enzym (Cynarase) und sehr verbreitet ist es in den Samen vieler Pflanzen. Daß es auch von vielen Mikroorganismen gebildet und ausgeschieden wird, ist die Veranlassung zu seiner Besprechung an dieser Stelle. Die erste Beobachtung, daß Milch ohne vorherige Säuerung bei neutraler Reaktion und süßem Geschmack ähnlich wie durch Lab gerinnen kann, stammt aus dem Jahre 1852 und ist von Haubner (1) gemacht worden. Sie wurde dann 30 Jahre später von E. Duclaux (1) und dann von Fr. Hueppe (1) bestätigt. Ersterer beobachtete, daß diese Art der Gerinnung am häufigsten bei Milch eintritt, welche vorher gekocht worden war, letzterer nahm sie bei seinem *Bac. butyricus* wahr, wobei die Milch mehr und mehr alkalische Reaktion annahm. Mit diesen Beobachtungen war die Tatsache ermittelt, daß sporenbildende Bakterien mehrfach die Eigenschaft haben, die Milch labartig zum Gerinnen zu bringen und das Coagulum wieder aufzulösen, zu peptonisieren. Das gleiche zeigte R. Warrington (1) am *Bac. fluorescens liquefaciens* und am Koch'schen *Vibrio cholerae*, und ferner erkennt W. Vignal (1) neben vier anderen auch ein labartiges Enzym im *Bac. mesentericus vulgatus*. J. T. Wood (1), der das Labenzym wie auch das peptonisierende Enzym vereinigt oder einzeln bei Bakterien sehr verbreitet findet, macht auch schon die Beobachtung, daß man das Gerinnungsvermögen der Bakterien mit Hilfe von verdünnter Karbolsäure eher aufheben kann, als die Fähigkeit zu peptonisieren, die noch einige Zeit erhalten bleibt. Der direkte Nachweis der Abscheidung eines Labenzyms durch Bakterien ist aber erst von H. W. Conn (1) erbracht worden. Er stellte dasselbe nach Filtration einer mit Wasser verdünnten, 10—14 Tage alten Milchkultur durch Porzellanfilter nach der Blumenthal'schen Methode (s. S. 140) durch Abscheiden mittelst Kochsalz und etwas Säure ziemlich rein dar. Sieben sogen. verflüssigende Bakterien enthielten verhältnismäßig größere Mengen Labenzym, und zwar ist die Menge nicht zur Zeit der Gerinnung der Milch am größten, sondern dann wenn die Peptonisierung schon ziemlich weit fortgeschritten ist (nach 10—14 Tagen). Diese Beobachtung steht im Widerspruch mit der von E. Duclaux (2) gemachten Angabe, wonach die Menge des Labes zur Zeit der Auflösung des Coagulums schon bedeutend vermindert sein soll. Die in einer Milchkultur seines *Tyrothrix tenuis* erzeugte Menge Labferment bringt in 45 Minuten das 120-fache Volumen Milch zum Gerinnen.

Die **Gewinnung** des Labes aus dem Magen oder dem Pankreas in unreinem Zustande ermöglicht sich sehr einfach durch Auslaugen des

zerkleinerten Organs mittelst Glycerin oder neutraler Salzlösungen, am besten 5—10-proz. Kochsalzlösung. In der Praxis der Käsebereitung bedient man sich teilweise, wie z. B. bei der Bereitung der sogen. Rundkäse (nach Schweizer Art), heute noch eines solchen einfachen Ver-
5 fahrens, indem man den zerkleinerten Labmagen mit Molke (die dabei sauer wird) oder ausnahmsweise auch mit durch Essig angesäuertem Wasser auslaugt. Nach Fr. Soxhlet (1) gewinnt man ein reineres Extrakt, wenn man erst mit 5-proz. Kochsalzlösung auslaugt und dann durch den Zusatz von weiteren 5 Proz. Kochsalz die Schleimstoffe fällt.
10 Von O. Hammarsten (1) ist eine Reindarstellung in der Weise erstrebt worden, daß er eine Abtrennung des im Labmagenextrakt ebenfalls enthaltenen Pepsins durch Ausschütteln mit Magnesiumkarbonat versucht hat. Diese Abtrennung des Pepsins ist bisher als gelungen angesehen worden, neuerdings haben jedoch J. P. Pawlow und S. W. Parast-
15 schuk (1) gezeigt, daß eine solche Trennung überhaupt nicht gelingt. Sie, wie vor ihnen teilweise schon M. Nencki und N. Sieber (1), sowie auch Pekelharing (1) sind der Ansicht, daß Pepsin und Lab dieselben Enzyme seien. Eine andere, von E. Brücke (1) angegebene Methode besteht darin, daß das Chymosin aus einer schwefelsauren Lösung durch
20 Einführung eines Gemisches von 9 Teilen Alkohol und 1 Teil Aether von unten her zusammen mit Cholesterin ausgeschieden wird. Beim Blumenthal'schen, von F. Lehner (1) verbesserten Verfahren wird aus dem wässerigen Extrakt durch 0,3 Proz. Kochsalz die schleimige Substanz entfernt und dann durch weiteren Zusatz von Kochsalz (20 Proz.)
25 und etwas Säure (0.5 Proz.) die Ausscheidung des Labes in Form eines weißen flockigen Schaumes herbeigeführt.

Je nach der Herstellungsweise und nach dem Grade der Reinheit ist das **Koagulierungsvermögen** des Labes ein verschieden großes. Ein Maßstab für dieses Vermögen ist den Bedürfnissen der Käsereipraxis
30 entnommen, und nach Soxhlet's Vorschlag werden als Normen für die Temperatur und die Gerinnungszeit 35° C und 40 Minuten bei der Prüfung der Labstärke in Anwendung gebracht. Die Labstärke 1 : 10000 bedeutet also, daß 1 Teil Labpräparat 10000 Teile Milch bei 35° C innerhalb 40 Minuten zum Gerinnen bringt. Eine der höchsten Lab-
35 stärken war früher 1 : 30000. Ein von F. Söldner (1) bereitetes Lab zeigte aber, auf die organische Substanz berechnet, eine Stärke von 1 : 2,8 Millionen und ein von der Firma Fr. Witte in Rostock i. M. bereitetes eine solche von 1 : 3 Millionen. Nach E. Fuld (1) enthält dieses Präparat reichlich zu 9 Zehntel seiner Substanz Schleimstoffe, so daß
40 sich die Stärke des reinen Labes auf mindestens 1 : 30 Millionen berechnen würde. Mit Bezug auf die Menge Casein, auf welche das Enzym bei der Koagulation der Milch eingewirkt hat, würde sich bei einem Caseingehalt der Milch von 2,8 Proz. eine Wirkungskraft im Verhältnis von 1 : 100 Millionen ergeben.

45 Für den Gebrauch in der Käserei wird das Lab teils in flüssiger, meist aber in Pulverform verwendet, das flüssige Lab gewöhnlich in der Stärke von 1 : 10000, das pulverförmige in der von 1 : 100000—150000. Bei der Herstellung muß diesen Präparaten eine ziemlich erhöhte Stärke gegeben werden (beim flüssigen Lab etwa 1 : 18000), da die Labkraft
50 in den ersten beiden Monaten nach der Gewinnung stark zurückgeht, von dieser Zeit ab aber ziemlich auf der gleichen Höhe bleibt. Ein gut haltbares Lab gewinnt man nach J. Morgenroth (1) in der Weise, daß man starkwirkendes Labpulver erst einige Tage mit einer geringen

Menge 10-proz. Kochsalzlösung extrahiert und dann mit gleichen Teilen Glycerin und 10-proz. Kochsalzlösung zu einer Mischung auffüllt, welche 2 Proz. Labpulver enthält. Dieses Gemisch wird mehrere Tage im Schüttelapparat bearbeitet und darauf zur Sedimentierung im Eisschrank aufbewahrt. Hierauf wird die klare Lösung abgehebert, in kleine 5 Flaschen abgezogen und dunkel und kühl aufbewahrt. Ein solches von MORGENROTH bereitetes Standardlab hatte sich mindestens anderthalb Jahre unverändert erhalten. Verdünnte Lablösungen sind sehr wenig haltbar; vor allem dürfen sie nicht in Glasgefäßen, welche Alkali abgeben, aufbewahrt werden, da sie durch Alkali zerstört werden. 10

§ 40. Chemismus der Labwirkung.

Die vom Lab in der Milch hervorgerufene Gerinnungserscheinung ist auch bis heute noch nicht nach allen Seiten hin aufgeklärt, vor allem was das Verhalten des Labes selbst dabei betrifft. LIEBIG sowie NÄGELI nahmen an, daß die Enzyme sich in einem Schwingungszustand befänden, 15 den sie auf andere Substanzen übertragen könnten. Eine ähnliche Vorstellung macht sich A. FICK (1) von dem Vorgang. Er versucht, die Tatsache, daß die Gerinnung der Milch nicht sogleich, dann aber fast augenblicklich erfolgt, damit zu erklären, daß das Lab an einer Stelle in der Milch die Umwandlung einleite, und daß diese sich dann von 20 dieser Stelle aus blitzähnlich ausbreite. Diese Ansicht ist aber von J. LATSCHENBERGER (1), P. WALTER (1) sowie namentlich von L. DE JAGER (1) widerlegt worden, welch letzterer zeigte, daß die Ausscheidung des Käses durch Zusatz frischer ungelabter Milch aufgehalten werden kann, sich also nicht „blitzähnlich" verbreitet. Nach E. FULD (2) ist die Tat- 25 sache der Verzögerung der Gerinnung beim Zusatz frischer Milch durch die Eigenschaft kolloidaler Körper, sich gegenseitig in Suspension zu halten oder niederzureißen, zu erklären, das Colloid Casein verhindert das Colloid Paracasein an der Ausscheidung. E. DUCLAUX (3), der an der Anschauung festhält, daß die Eiweißkörper der Milch nicht ver- 30 schiedenartig sondern einheitlich sind und nur in verschiedenem Grade der Löslichkeit sich befinden, vergleicht den Vorgang der Labgerinnung mit der Agglutinationserscheinung (s. Bd. III, S. 116) der Bakterien unter der Einwirkung von Serum, ist also der Ansicht, daß es sich dabei um ein Zusammenballen der Caseinpartikelchen handelt. In der Tat 35 bewirkt Lactoserum eine ähnliche Fällung wie Lab, spaltet aber, wie P. TH. MÜLLER (1) gezeigt hat, das Casein der Milch nicht in zwei verschiedene Eiweißstoffe.

Nach den neueren Forschungen auf dem Gebiete der chemischen Kinetik ist die Wirkung der Enzyme nichts anderes als eine Katalyse 40 (s. Bd. I, S. 260). Man würde also einen solchen Vorgang, wie ihn der Labprozeß vorstellt, schon vor dem Zusatz des Enzyms, in der Milch selbst schon, vor sich gehend annehmen müssen. Es würde dabei nicht in Frage kommen, ob der Prozeß bei gewöhnlicher Temperatur sichtbar in die Erscheinung tritt oder nicht, es genügt, wenn er überhaupt, 45 eventuell nur bei hoher Temperatur, auftritt. Das würde bei der Milch allerdings insofern zutreffen, als, wie O. HAMMARSTEN (2) gezeigt hat, das Casein mit Wasser bei 130—150° C koaguliert und sich ein Körper wie das Molkeneiweiß davon abspaltet. Der Labprozeß würde also in der Milch gewissermaßen latent vorhanden sein, und er würde durch 50

das Lab nur beschleunigt werden, allerdings in einem ungeheurem Maße. Die Wirkungsweise der Katalysatoren erklärt sich am besten durch die Annahme von Zwischenreaktionen oder chemischen Zwischenstufen. Es liegt deshalb nahe, speziell auch beim Lab an eine chemische Verbindung oder sonstige Angliederung des Enzyms an das Substrat, das Casein, zu denken, und für die Erklärung der erst nach einiger Zeit eintretenden Gerinnung die Annahme zugrunde zu legen, daß die Bildung dieser Zwischenstufe eine gewisse Zeit beansprucht, nach welcher die Ausfällung des Käses erfolgt. Daß diese letztere überhaupt unabhängig von der eigentlichen Labwirkung ist, wird aus den unten folgenden Ausführungen hervorgehen. Der eigentliche enzymatische Prozeß besteht nur in der Umwandlung des Caseins in die beiden neuen Eiweißstoffe, Paracasein und Molkeneiweiß. Diese Angliederung des Labenzyms an das Casein, die auch von anderen, so von A. Loeb (1), angenommen wird, würde allerdings nur eine vorübergehende, die Zeit des Umwandlungsprozesses nicht überdauernde sein können; denn bekanntlich läßt sich das Lab aus dem ausgeschiedenen Käse auswaschen.

Bezüglich der **chemischen Umsetzungen** beim Labprozeß bot es anfangs besondere Schwierigkeiten, eine Unterscheidung zwischen der Gerinnung durch Lab und der spontanen Säuregerinnung zu treffen, wohl deshalb, weil bei der ersteren meist auch eine Vermehrung des Säuregehaltes beobachtet wurde. Es konnten aber J. J. Berzelius (1) und darauf E. Mitscherlich (1) zeigen, daß die Labgerinnung auch ohne Säurebildung, ja selbst, wie Selmi (1) und Lehmann (1) nachwiesen, bei alkalischer Reaktion vor sich gehe. Eine endgültige Aufklärung über die Art der Umsetzungen beim Labprozeß brachten erst die Arbeiten von O. Hammarsten (2 u. 3), welche dann von Kapeller und Schmidt (1), wie von Danilewsky und Radenhausen (1) bestätigt und von Fr. Söldner (1), G. Courant (1) u. a. vervollständigt wurden. Nach ihm erfährt das Casein die schon mehrfach erwähnte Spaltung in Paracasein und Molkeneiweiß. Die Bezeichnung Paracasein ist von E. Schulze (1) an Stelle des von Hammarsten gebrauchten Wortes Käse vorgeschlagen worden, Halliburton (1) nennt es Casein und das Casein Caseinogen, Foster (1) Tyrein resp. Tyreinogen und B. Arthus und C. Pagès (1) Kaseogen. Da das Casein in der Milch an Kalk gebunden als Dicalciumcasein (s. S. 51) auftritt, so entsteht durch die Labwirkung Dicalciumparacasein, welches zusammen mit dem gleichfalls vorhandenen Tricalciumphosphat ausfällt. Die Frage, ob dieses letztere in der Milch einfach suspendiert ist und, wie R. W. Raudnitz (1) annimmt, vom Casein in Suspension gehalten wird, oder, wie Hammarsten und Courant anzunehmen scheinen, an das Dicalciumcasein chemisch angegliedert ist, ist noch nicht entschieden; es ist deshalb auch ungewiß, ob das Tricalciumphosphat beim Labprozeß eine Rolle spielt oder nicht.

In dieser Umwandlung des Caseins in Paracasein und Molkeneiweiß besteht die eigentliche Wirkung des Labes; die Ausscheidung des Paracaseins in der erwähnten Form ist nur eine Folgeerscheinung. Sie ist durch das Vorhandensein von löslichen Erdalkali-, speziell Kalksalzen bedingt, die sich in der Milch befinden und in welchen Paracasein unlöslich ist. Der Umwandlungsprozeß ist von ihnen unabhängig und verläuft auch dann, wenn eine Gerinnung nicht erfolgen kann. Unterwirft man nämlich eine Caseinalkalilösung der Labwirkung, so erfolgt wohl die Umwandlung in die entsprechende Paracaseinverbindung, nicht aber eine Ausscheidung; diese tritt aber sofort ein, wenn ein lösliches Kalksalz

die Umwandlung des Paracaseinalkalis in Paracaseinkalk bewirkt, welcher durch einen geringen Ueberschuß des Kalksalzes und selbst schon durch das bei der Reaktion entstehende Alkalisalz ausgefällt wird. Paracaseinkalk ist an sich löslich, denn wie HAMMARSTEN gezeigt hat, kann Caseinkalk durch völlig salzfreies Lab in Paracaseinkalk umgewandelt werden, 5 ohne daß Fällung einzutreten braucht.

Dieser Deutung des Labprozesses durch HAMMARSTEN u. a. wird von E. DUCLAUX (2) widersprochen, namentlich hält er die Entstehung von Molkeneiweiß für nicht erwiesen, da die Menge der Stickstoffsubstanzen im Serum der Milch nach dem Labprozeß kaum größer sei 10 als vor demselben. Eine Erklärung für diesen Befund DUCLAUX' ist aber in der Wahrnehmung gegeben, daß Porzellanfilter, welche er zur Abtrennung des Serums verwendet hat, im Anfange der Filtration lösliche Eiweißstoffe zurückhalten. J. J. OTT DE VRIES und F. W. F. BOEKHOUT (1) wollen nicht den Kalksalzen sondern dem Säuregrad der Milch 15 den Haupteinfluß bei der Fällung des Paracaseins beigelegt wissen, während ARTHUS und PAGÈS die Anschauung HAMMARSTEN's bestätigen. Sie zeigen, daß die Fällung des Paracaseins durch Beseitigung der in der Milch vorhandenen Kalksalze mittelst Kaliumoxalat verhindert und dann durch Zusatz einer kleinen Menge Chlorcalcium wieder herbei- 20 geführt werden kann. A. S. LOEVENHART (1) ist der Meinung, daß die in der Milch enthaltenen Salze an sich nicht geeignet sind, die Fällung des Paracaseins zu bewirken, daß vielmehr das Lab erst solche Salze freimachen müsse. Auch hält er das Paracasein nicht für einen vom Casein chemisch verschiedenen, sondern mit ihm identischen, nur in 25 einem anderen Colloidalzustand befindlichen, weniger löslichen Körper. Er sowohl, wie früher schon DANILEWSKY und neuerdings wieder J. P. PAWLOW und S. W. PARASTSCHUK (1), schreiben ferner dem Paracaseinmolekül einen komplizierteren Bau als dem des Caseins zu, entgegen der herrschenden Anschauung, daß das Paracasein der einfachere, 30 hydrolytisch abgespaltene Körper sei.

Ueber das **Mengenverhältnis** zwischen Paracasein und Molkeneiweiß ist noch wenig bekannt. BASCH (1) gibt letzteres zu ein Drittel des Caseins an, P. HILLMANN (1) fand ein Verhältnis von Casein zu Paracasein von 100:87 bis 100:97, prozentisch wie 87:13 bis 94:6. HILLMANN 35 vertritt dabei die Ansicht, daß die Wirkung des Labes sich auch auf die löslichen Eiweißstoffe der Milch ausdehne, und daß bei einem reichlichen Gehalt an löslichen Kalksalzen ein aus Albumin entstandenes Paracasein mitausgeschieden werde. Er hält die Ausbeute an Paracasein überhaupt vom Gehalt an löslichen Kalksalzen abhängig, was vielleicht zutreffend 40 ist. Von H. WEIGMANN und A. PEGONE (1) wurde bei Verwendung einer Caseinkalilösung ein Verhältnis von 76,46 Paracasein zu 23,54 Molkeneiweiß, und bei Caseinkalklösung ein solches von 76,28 : 23,78 festgestellt.

Der aus Milch mit Lab ausgeschiedene Käse ist Paracaseinkalk und 45 Tricalciumphosphat, nach HAMMARSTEN's Annahme in Verbindung mit diesem. Er enthält nach seiner (2) Untersuchung 4,25—4,74 Proz. CaO und 3,46—4,00 Proz. P_2O_5. Ganz ähnliche Zahlen erhielt HAMMARSTEN, wenn er durch Lösen von Casein in Kalkwasser und vorsichtiges Neutralisieren mit Phosphorsäure eine künstliche Caseinlösung herstellte, 50 wie sie nach seiner Anschauung in Milch vorhanden ist, und diese der Wirkung von Lab aussetzte: es entstand eine Gerinnung wie in Milch, und das Coagulum enthielt 4,27 Proz. CaO und 3,56 Proz. P_2O_5.

§ 41. Die Abhängigkeit der Labwirkung von äußeren Bedingungen. Das Antilab.

Der Verlauf des Labprozesses hängt von verschiedenen Umständen ab. Saure Reaktion unterstützt die Labwirkung, alkalische hemmt oder inhibiert sie (auf die Lablösung selbst wirken Säuren, besonders aber Alkalien, zerstörend ein). Immerhin wächst die Beschleunigung des Labprozesses, nach den Untersuchungen von P. VIETH und M. SIEGFELD (1), sowie denen von J. W. DECKER (1), nicht, wie man erwarten sollte, proportional mit dem Aciditätsgrade. Manche Salze, wie Mono- und Dicalciumphosphat, Chlorcalcium, Chlorbaryum und Magnesiumsulfat, erhöhen ebenfalls die Acidität der Milch und damit die Labwirkung, dagegen wird sie durch die Salze des Kaliums, Natriums und Ammoniums mit Mineralsäuren gehemmt. Auch größere Mengen von Chlorcalcium und Magnesiumsulfat bewirken eine solche Hemmung; denn wie A. S. LOEVENHART (1) zeigte, hat die Begünstigung der Fällung von Casein und Paracasein durch Salze ihr Optimum, über welches hinaus sie rasch in ihr Gegenteil umschlägt.

In besonderem Maße ist ferner die Geschwindigkeit der Labwirkung vom Mengenverhältnis von Lab zu Milch abhängig. Nach den Untersuchungen von V. STORCH und SEGELKE (1), sowie nach denen von FR. SOXHLET (1) besteht ein gesetzmäßiges Verhalten, indem bei gleicher Temperatur die für die Gerinnung benötigte Zeit im geraden Verhältnis von Lab zu Milch steht. Die Gültigkeit dieses **Zeitgesetzes** ist für größere Mengen Lab resp. kurze Gerinnungszeiten von R. PETERS (1), R. BENJAMIN (1), G. LÖRCHER (1) und DUCLAUX (1) in Frage gestellt worden. E. FULD (1) konnte jedoch zeigen, daß es bei Einhaltung der nötigen Vorsichtsmaßregeln auch bei kürzesten Gerinnungszeiten (3 Sek.) bestehen bleibt. Das Zeitgesetz würde einen noch bestimmteren Ausdruck erhalten, wenn man statt des Verhältnisses von Lab zu Milch das von Lab zur Caseinmenge in die Proportion einsetzen würde, da nach E. FULD unter sonst gleicher Bedingung eine genaue Proportionalität zwischen Gerinnungszeit und Caseinmenge besteht. Auch J. J. VAN HEST (1), sowie F. SCHAFFER (1) und ferner P. VIETH und M. SIEGFELD (1) konstatierten, daß das Verhalten von Milch bei wenig schwankendem Aciditätsgrad und natürlich sonst gleichen Bedingungen gegenüber dem gleichen Lab ein recht verschiedenes ist, mitunter wie 1 : 3.

Ein weiterer Faktor bei der Labwirkung ist die **Temperatur.** Das dem tierischen Organismus, vor allem den Warmblütern entstammende Enzym hat naturgemäß seine günstigste Wirkung bei Körperwärme. Das richtige Temperaturoptimum liegt nach übereinstimmenden Angaben bei 41—42° C; AD. MAYER (1) gibt es allerdings zu 39° C an. Bei Temperaturen über das Optimum hinaus nimmt die Wirkung sehr rasch ab, langsamer bei Abweichungen nach unten, wie die in *Figur 19* wiedergegebene, von W. FLEISCHMANN konstruierte Kurve zeigt. Die von diesem bei 15° C vermißte Gerinnung tritt in Wirklichkeit nach längerer Zeit ein. SELMI (1) hat sie sogar bei 1—3° C, allerdings erst nach 4—5 Tagen (bei amphoterer Reaktion), beobachtet. Diese sehr langsame Ausscheidung des Paracaseins bei niedriger Temperatur beruht nicht allein oder sogar weniger auf der schwächeren Wirkung des Labes als vor allem auf dem Umstande, daß Fällungen sowohl des Caseins wie des Paracaseins mit Salzen bei niedrigerer Temperatur längere Zeit beanspruchen als bei

hoher Temperatur. Daß die Labwirkung, d. h. die Umwandlung des Caseins in Paracasein und Molkeneiweiß, auch in der Kälte vor sich geht und auch dann dem Zeitgesetze folgt, haben außer SELMI auch J. MORGENROTH (1) und E. FULD (1) gezeigt. MORGENROTH gründet auf dieses Verhalten sogar eine neue Methode der Bestimmung der Labstärke, indem er auf Milch verschieden starke Verdünnungen bei 0—8° C einwirken läßt und nach mehreren Stunden die Mischungen auf 35° C erwärmt, um nach erfolgter Umwandlung die Gerinnung herbeizuführen. Die Milchproben mit genügenden Labmengen gerinnen sofort, diejenigen, bei denen die Verdünnung des Labes an der Grenze der Wirksamkeit angekommen ist, erst nach 2—3 Stunden oder nicht mehr, wenn die Grenze überschritten ist. Bei Bakterien, welche neben Lab auch ein proteolytisches trypsinartiges Enzym abscheiden, ist von H. W. CONN die Beobachtung gemacht worden, daß die Labwirkung bei mäßig niedriger Temperatur besser zur Wirkung kommt als bei Bruttemperatur, so daß er der Ansicht zu sein scheint, daß bei der niedrigen Temperatur mehr Lab produziert wird.

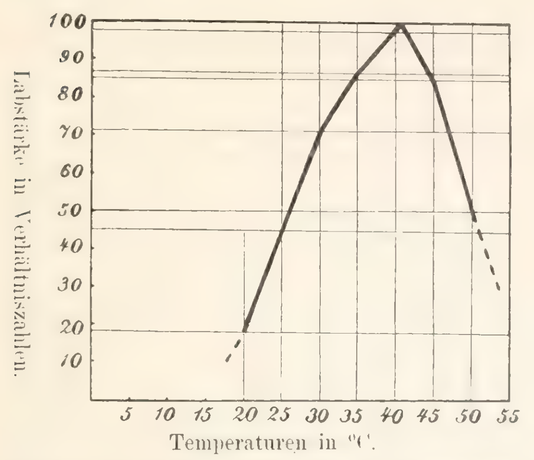


Fig. 19. Kurve der Labwirkung nach W. FLEISCHMANN.

H ö h e r e T e m p e r a t u r e n wirken schädigend auf die Wirkung des Labes und sie zerstören es leicht. Von welchen Graden an das der Fall ist, darüber gehen die Meinungen recht weit auseinander, doch steht das fest, daß die obere Temperaturgrenze um so niedriger ist, je länger die Erwärmung andauert. Ganz besonders scheint es dabei auch auf die K o n z e n t r a t i o n des Labes anzukommen, indem verdünnte Lösungen sehr viel empfindlicher sind, konzentrierte beinahe unempfindlich erscheinen, und ferner ist die Empfindlichkeit von Lösungen im Wasser größer als von solchen in Milch. Ebenso ist die R e a k t i o n von sehr großem Einfluß. Alkalien wirken schon bei niedriger Temperatur und in sehr geringen Mengen zerstörend auf das Enzym. Wie HAMMARSTEN gezeigt und MORGENROTH wie auch S. KORSCHUN (1) bestätigt haben, wirken die bei der Labprüfung üblichen Temperaturen bei Einwirkung durch mehrere (etwa 3) Stunden stark schwächend, 40° C, nach A. MAYER 44° C, sogar zerstörend auf das Lab. Das ist allerdings nur bei verdünnten Lösungen der Fall. Konzentrierte Lösungen werden nach FULD selbst bei 70° C auch nach mehreren Tagen noch nicht zerstört (wohl eine Folge der Koagulation äußerer Teile, welche schützend für die inneren sind; eiweißhaltige Lablösungen sind auch hitzebeständiger als eiweißfreie). Auf diese Weise läßt sich Lab in gar nicht so hoher Konzentration allerdings unter starkem Verlust sterilisieren. Ein Labextrakt von 1 : 5000 verlor bei 12-stündigem Erhitzen auf 60° C nach FR. BAUMANN (1) 60 Proz. seiner Stärke; bei fraktioniertem Sterilisieren, einem an 7 Tagen wiederholten Erhitzen auf 58,5° C durch $4\frac{1}{2}$ Stunden

betrug der Verlust 43,5 Proz. Konzentrierte Lösungen halten sogar kurzes Kochen aus, ohne völlig zerstört zu werden.

Nach Beobachtungen über die Hitzebeständigkeit des von Bakterien erzeugten Labenzyms verhält sich dieses ganz ähnlich. Das von H. W. Conn (1) isolierte Bakterienlab hielt in Milch ein 5 Minuten langes Erhitzen auf 70° C, nicht aber ein solches auf 75 und 80° C aus. C. Gorini (1) fand dagegen, daß ein aus Kulturen von *Bacillus prodigiosus* bereitetes Lab einem einstündigen Erhitzen auf 70—80° C widerstand. Bei diesen Resultaten sind sicher auch die oben erwähnten sehr einflußreichen Faktoren mitbestimmend gewesen.

Die Möglichkeit der Sterilisierung von Lab durch Erhitzen mag nach dem Gesagten fraglich erscheinen. Leichter und mit geringerem Verlust gelingt sie durch Anwendung gewisser **antiseptischer Stoffe.** Von diesen sind manche für das Lab schädlich, sie wirken wie Gifte darauf, andere dagegen verursachen nur eine Hemmung oder scheinen ganz unschädlich zu sein, während Bakterien abgetötet werden. Zu den stark schädlich wirkenden antiseptischen Stoffen gehören Borax, Borsäure, Fluornatrium, Kaliumbichromat, Thymol, Salol, Formaldehyd. Letzteres soll nach E. von Freudenreich (1) in wässeriger Lösung und in der Menge von 0,5—1,0 Proz. kaum einen schädigenden Einfluß haben, während nach Th. Bokorny (1) schon die erstere Menge gerinnungshemmend wirken soll. Nach Bokorny's Untersuchungen verzögern Sublimat (0,1 Proz.), Silbernitrat (0,1 Proz.), Zimmtsäure (1 Proz.) die Labgerinnung; benzoesaures Natron, Thymol (0,1 Proz.), Salicylsäure, Karbolsäure (0,5—1 Proz.) und Chloroform hindern die Labgerinnung gar nicht, dagegen tun dies Natriumhydroxyd und Fluornatrium von 0,5 Proz. an. Chloroform ist auch nach E. von Freudenreich, nach R. Benjamin und nach Morgenroth wenig schädlich; selbst eine durch längeres Schütteln bewirkte Sättigung von Milch hat nach Morgenroth keinen nachteiligen Einfluß auf die Labwirkung. Ebenso verhält sich Jod, das gleichfalls ein gutes Antiseptikum ist, sowie nach Fuld auch Senföl.

In besonderem Maße wird die Wirkung des Labes beeinträchtigt durch **Veränderungen der Milch,** welche diese durch Erhitzen erleidet. Nach älteren Angaben von Ad. Mayer (1), W. Eugling (1) und F. Schaffer (1) büßt Milch beim Kochen die Gerinnungsfähigkeit ein. Fr. Söldner zeigte aber, daß eine bis zu einer halben Stunde im Sieden erhaltene Milch, kurze Zeit nach dem Kochen geprüft, nur eine Verringerung ihres Gerinnungsvermögens erfahren habe. Dasselbe beobachteten R. Benjamin (1) und E. von Freudenreich; letzterer, wie auch C. Gorini (1) und H. Conradi (1), zeigen, daß eine durch 15 Minuten auf 115—120° C, beziehungsweise 40 Minuten auf 110° C erhitzte Milch durch Zusatz genügender Mengen Lab zur Gerinnung gebracht wird. Immerhin tritt eine Verminderung der Gerinnungsfähigkeit ein und es ist für eine rationelle Durchführung der Käserei wissenswert, bei welcher Temperatur eine solche Gerinnungshemmung eintritt und wie sie eventuell zu heben wäre. Ueber die erstere Frage gibt E. von Freudenreich folgende Aufschlüsse. Milch durch 15 und durch 30 Minuten auf 68° C erhitzt, erleidet noch keine Verminderung der Gerinnungsfähigkeit und auch der Gerinnungsgeschwindigkeit gegenüber unerhitzter Milch. Dagegen tritt eine solche bei einstündiger Erhitzung auf diese Temperatur und ebenso bei der Anwendung von Temperaturen über 70° C ein, wenn dieselben nicht ganz kurz andauernd sind. Was die Ursache der

Gerinnungsverzögerung betrifft, so ist diese nach allen diesbezüglichen neueren Forschungen in der Verminderung der löslichen Kalksalze (s. S. 51) in der Milch zu suchen. Bei der Erhitzung erfährt das Dicalciumphosphat eine Dissociation in Tri- und Monocalciumphosphat, wovon das erstere unlöslich ist, so daß also der Gehalt der Milch an löslichem Calciumsalz wesentlich vermindert wird. Durch anhaltendes und hohes Erhitzen scheinen außerdem noch andere unbekannte Umsetzungen und ein völliges Verschwinden der Kalksalze bewirkt zu werden. Die gleiche Wirkung wie Erhitzen hat der Zusatz von Alkalien und Alkalikarbonaten, wie überhaupt von Salzen, welche die Kalksalze der Milch unlöslich machen. Die Gerinnungsfähigkeit der Milch kann demnach durch einen Zusatz von löslichem Kalksalz oder durch Wiederlöslichmachung solcher mittelst Säure herbeigeführt werden. Es genügt dafür schon Einleiten von Kohlensäure, einfacher geschieht es durch Zusatz von Salz- oder Milchsäure. Nach E. Fuld's (1) Untersuchungen scheint beim Zusatz von Säure zur gekochten Milch der Vorgang allerdings nicht ganz so einfach zu liegen, wie eben angegeben; weitere Studien müssen hier die wünschenswerte völlige Aufklärung bringen. Ueber die Wiederherstellung der Gerinnbarkeit — molkereitechnisch ausgedrückt, der Verkäsungsfähigkeit — der erhitzten Milch durch Zusatz von Chlorcalcium haben J. Klein und A. Kirsten (1) ausgedehnte Versuche angestellt, über welche im 18. Kapitel berichtet werden soll. Eine starke Beeinträchtigung der Gerinnungsfähigkeit der Milch wird weiter bewirkt durch Verdünnen derselben mit Wasser. Wie schon O. Hammarsten angegeben und E. Fuld bestätigt hat, beruht diese ungünstige Wirkung ebenfalls auf einer Verminderung des Gehaltes an Kalksalzen.

Den Forschungen über das Lab ist in der Immunitätslehre eine kräftige Förderin erstanden. Wie man nämlich die von Bakterien produzierten Toxine dazu benutzen kann, um durch Injektion in den Tierleib Antitoxine (s. Bd. III, S. 114) für die Schutzimpfung zu gewinnen, so kann man durch Einverleibung von Enzymen in die Blutbahn eines Organismus Antienzyme (s. Bd. I, S. 269) erzeugen. Das Antienzym zu Lab ist von J. Morgenroth (1) und A. Briot (1) fast gleichzeitig gewonnen und von ersterem in seinem Verhalten gegen Lab zahlenmäßig untersucht worden. Durch die Steigerung der zur Injektion an eine Ziege verwendeten Labmenge bis zu 6 g konnte die Erzeugung bis zu 3—4 g **Antilab** im Gesamtblute nachgewiesen werden. Während die Immunität gegen Lab bei der Ziege erst durch Injektion des Enzyms erworben werden muß (künstlich erworbene Immunität), ist sie beim Pferde bereits vorhanden (natürliche Immunität). Schon früher hat Hammarsten beobachtet, daß normales Pferdeblutserum die Labgerinnung der Milch hemmt, und H. Rödén (1) hat diese Beobachtung bestätigt und eingehender verfolgt. S. Korschun (1) dagegen hat nachweisen können, daß diese natürliche Immunität des Pferdes gegen Lab auf dem Gehalt des Blutes an Antilab beruht. Wie Ehrlich annimmt, ist die gegenseitige Einwirkung von Lab und Antilab wie überhaupt von Enzym und Antienzym, Toxin und Antitoxin ein chemischer Vorgang; nach Korschun ist diese Verbindung des Antilabs des Pferdeserums mit Lab bereits in 15 Minuten eine vollständige. Daß das Pferdeblut ein natürliches dem Lab entgegenwirkendes Enzym (das Antilab) enthält, wird dadurch noch mehr bekräftigt, daß man durch Injektion dieses Enzyms an eine Ziege ein Antienzym erzeugen kann, welches dem Antilab entgegengewirkt, also dem Lab gleich wirkt, das Anti-Antilab.

Ferner gelang es Korschun, im Pferdeblut ein zweites labhemmendes Enzym zu entdecken, das Pseudo-Antilab, welches sich vom ersteren durch größere Hitzebeständigkeit und durch Dialysierbarkeit auszeichnet.
Die Möglichkeit mit Hilfe der Serumsimmunisierung zu Körpern zu 5 gelangen, welche ganz spezifische Gegenkörper gegenüber gewissen schwer zu erforschenden chemischen Individuen sind, hat den Weg gezeigt, diejenigen unter diesen, welche gleiche Wirkungen zeigen, aber sehr verschiedener Herkunft sind, voneinander zu unterscheiden, falls sie wirklich verschiedener Natur sind. Nach dem oben (s. S. 138 u. 139) Ausgeführten 10 wissen wir, daß das Labenzym in der Natur sehr verbreitet vorkommt. Wenn man auch das in tierischen Organen aufgefundene Lab als einen in jeder Weise gleichen Körper ansehen mag, so entstehen doch Zweifel, ob man das Bakterienlab oder gar das Lab der höheren Pflanzen als ein dem tierischen Lab identisches Enzym ansehen kann. R. Peters (1) 15 glaubte auf Grund gewisser dem Lab zukommender Eigenschaften, wie des Temperaturoptimums, des Zeitgesetzes und des Verhaltens gegen gekochte Milch, die Identität des Pflanzenlabs mit dem tierischen Lab erwiesen zu haben, wogegen J. Morgenroth (2) für das Lab von *Cynara cardunculus* zeigen konnte, daß es einen Antikörper erzeugt, der von 20 dem Antilab verschieden ist, daß demnach das Pflanzenlab von dem Magenlab der Säugetiere verschieden ist.

§ 42. Die Galactase.

Nachdem bereits im Jahre 1884 durch Meissner (1) und Schär (1) die Möglichkeit des Vorhandenseins eines proteolytischen Enzyms in der 25 Milch ins Auge gefaßt worden war und A. Béchamp (1) diesen Gedanken zehn Jahre später wieder aufgenommen hatte, glaubten im Jahre 1897 die amerikanischen Forscher S. M. Babcock und H. L. Russell (1) sichere Beweise für das Dasein eines solchen, von ihnen Galactase bezeichneten Enzymes in Milch erbracht zu haben. Sie beobachteten, daß Milch, welche 30 den Zusatz eines nicht zu kräftigen antiseptischen Stoffes, wie Chloroform, Aether, Thymol, Fluornatrium, Salicylsäure etc., erhalten hat, nach einiger Zeit bei amphoterer Reaktion Gerinnung und darauf eine allmähliche Auflösung erfährt. Die Anreicherung des Enzyms im Rahm und namentlich im Centrifugenschlamm infolge der allen Enzymen ge- 35 meinsamen Eigenschaft, von Suspensionen und anderen Kolloiden aus dem Medium ausgeschieden zu werden, gab diesen Forschern und A. Vivian (1) Anlaß, die Isolierung des Enzymes zu versuchen. Sie vermengten den aus frisch gewonnener Milch ausgeschleuderten Centrifugenschlamm mit Chloroform, filtrierten nach 48-stündigem Stehen und 40 reinigten das Filtrat durch Hinzufügen von 40 Proz. Alkohol von der Hauptmenge der Eiweißstoffe. Das im Filtrat enthaltene Enzym ließ sich auch durch weiteren Zusatz von Alkohol nicht ausscheiden. Bei weiteren Versuchen ergab sich, daß statt des Chloroforms — 2 bis 3 Proz. sollen schon genügen — besser 10—12 Proz. Aether zur Desinfektion 45 der Milch verwendet werden.
V. Storch (1), der den in der Milch enthaltenen Wasserstoffsuperoxyd zersetzenden „aktiven Stoff“ gleich Babcock (1) mit der Galactase identifiziert, schied das Enzym resp. den in der Molke enthaltenen Eiweißstoff, an welchen nach seiner Meinung das Enzym gebunden ist, 50 durch Eintragen von schwefelsaurem Ammonium in Molke oder in den

durch Anreiben des Centrifugenschlammes mit Wasser erhaltenen Extrakt bis zur Uebersättigung aus und hat ihn durch Dialyse und Eindampfen bei 40° C in trockenem Zustande dargestellt.

E. von Freudenreich (2) hat zuerst die Untersuchungen der amerikanischen Forscher einer Prüfung unterworfen und sowohl auf dem Wege der Tonzellenfiltration wie durch die Essigsäurefällung konstatiert, daß der Gehalt an löslichen Eiweißstoffen in antiseptisch behandelter Milch mit der Zeit erheblich zunimmt — 0,253 Proz. nach 2 und 0,392 Proz. nach 3 Monaten gegen 0,046 Proz. in der frischen Milch. Auch O. Jensen (1) bestätigt die Erscheinung und findet, daß selbst die Verdünnung der Milch mit Wasser die Wirkung des Enzyms nicht aufzuheben oder abzuschwächen vermag.

Einige andere amerikanische Forscher, L. L. van Slyke, H. A. Harding und E. B. Hart (1), haben dann die durch das Enzym bewirkten Umsetzungen genauer studiert. Nach ihren Untersuchungen ergeben je 100 Teile des gesamten Milchstickstoffes an Teilen löslichen Stickstoffs

	insgesamt	als Albumosen und Peptone	in der Form von Amiden
frisch	9,33	4,58	4,75
nach 7 Tagen	11,77	7,00	4,78
„ 21 „	15,91	8,56	7,32
„ 49 „	21,59	14,97	6,62
„ 112 „	32,82	17,86	14,96
„ 192 „	37,63	16,57	21,06

Die Löslichmachung des Eiweißstickstoffes in der Milch besteht also in der Umwandlung in Albumosen und Peptone, sowie in einer weiteren Umsetzung dieser in Amide.

Ferner ist L. M. Spolverini (1) von der Existenz der Galactase überzeugt. Er vergleicht das Verhalten von frischer Milch, die mit Thymol und daneben mit Lauge oder mit Salzsäure versetzt ist, mit dem frischer aber gekochter und in gleicher Weise behandelter Milch nach der Aufbewahrung im Brutschrank und findet, daß erstere gelöstes Eiweiß in größerer Menge enthält als letztere.

Von anderen wird aber gerechter Zweifel in die Sicherheit des Nachweises eines selbständigen proteolytischen Enzyms in der Milch gesetzt. F. W. F. Boekhout und J. J. Ott de Vries (1) halten es nicht für ausgeschlossen, einmal daß der Aether chemisch auf das Casein einwirkt, und dann, daß das von Babcock und Russell aus dem Centrifugenschlamm extrahierte Enzym von Bakterien herrührt. Wie leicht das letztere möglich ist, ergibt ein Versuch E. von Freudenreich's, wobei eine Sporenemulsion eine mit 20 Proz. Aether versetzte Milch zu verändern und teilweise zu lösen vermocht hat, während sie es nach vorherigem Kochen nicht tat. Ferner beanstanden Boekhout und Ott de Vries den Vergleich mit gekochter Milch, die ja verändert ist, sowie die Methoden der Abscheidung der gelösten Eiweißstoffe. Ein von den genannten Forschern selbst ausgeführter Versuch zeigte bei Zuhilfenahme der Tonzellenfiltration nach achtwöchentlichem Stehen unter Aether, wovon 2 Wochen bei 37° C, allerdings eine Vermehrung der löslichen Stickstoffsubstanzen um ein geringes, von dieser Zeit an aber keine Zunahme mehr; eine allmähliche Auflösung des Caseins konnte also ihrerseits nicht konstatiert werden. Es muß aber zugestanden werden, daß sich auch die Tonzellenfiltration nicht als ganz einwandsfreie Methode der quantitativen Bestimmung löslicher Eiweißstoffe erwiesen hat, (da diese im Anfange von der Tonzelle zurückgehalten

werden), wenn auch Boekhout und Ott de Vries diese Fehlerquelle umgangen zu haben behaupten.

Der nächstliegende Einwurf gegen den Nachweis der Galactase ist aber der, daß die angewandten Desinfektionstoffe eine Keimfreimachung der Milch nicht sichern, und daß demnach die Löslichmachung des Caseins der Tätigkeit von Bakterien zu verdanken sein möchte. Eine diesbezügliche Untersuchung E. von Freudenreich's ergab, daß die von Babcock und Russell angegebene Menge von 10 bis 12 Proz. Aether für Magermilch (20—25 Proz. für Vollmilch) genügte, um jedenfalls jede Vermehrung von Keimen zu verhindern; 12 Proz. haben eine Abtötung aller Zellformen bewirkt, während bei 10 Proz. Sporen teilweise noch lebensfähig blieben, nicht aber zum Auskeimen gelangen konnten. L. van Slyke, Harding und Hart fanden dagegen bei der Verwendung von Aether eine nicht geringe Zahl lebender Bakterien vor, allerdings vielleicht auch nur Sporen. Sie halten die Abtötung durch Chloroform für sicherer, finden aber selbst bei 30 Proz. desselben und nach 21-tägiger Einwirkung noch lebensfähige Sporen. Formalin (0,1 Promille) wirkt kräftiger, beeinflußt aber auch die Wirkung des Enzyms sehr viel nachteiliger. Chloroform tut dies anfangs nicht, nach längerer Zeit aber auch. Wie sehr verschieden die Wirkung von Desinfektionsstoffen wie Chloroform und Thymol auf Bakterien je nach deren Art ist, wird aus den Untersuchungen von F. E. Smith (1) ersichtlich, welcher vorläufig nicht weniger als 12 Bakterienarten kennen gelehrt hat, die in Milch oder Bouillon mit gleichen Teilen Chloroform leicht zu wachsen vermögen. Wie Morgenroth konstatiert auch Smith, daß ein anhaltendes und häufig wiederholtes Schütteln der Flüssigkeit mit Chloroform die Haltbarkeit sehr viel besser garantiert.

Aber auch wenn man die Anwesenheit eines proteolytischen Enzyms in der frisch gewonnenen Milch zugeben will, so drängt sich doch weiter die Frage auf, ob dieses nicht das Produkt von Bakterien sein möchte, die sich, wie im 1. Kapitel gezeigt worden ist, bereits im Euter vorfinden. Namentlich ist es ein verflüssigender Kokkus, der fast stetig in aseptisch gewonnener Milch enthalten ist; es ist also naheliegend, diesem die Erzeugung des als Galactase bezeichneten Enzyms zuzuschreiben. In Erwägung dieser Wahrscheinlichkeit haben L. van Slyke, Harding und Hart die letzte Milch aus den einzelnen Zitzen einer Kuh sowohl bakteriologisch wie auf das Verhalten unter Antisepsis geprüft und einen verschiedenen Gehalt an verflüssigenden Kokken wie einen korrespondierenden verschieden hohen Gehalt an löslichen Eiweißstoffen nach entsprechender Zeit konstatiert. Damit wäre die Existenz der Galactase sehr stark in Frage gestellt. Und eine nicht unwesentliche Stütze für die Deutung der Galactase als das Produkt sogen. peptonisierender Bakterien liefern Babcock und Russell in Gemeinschaft mit Vivian und Hastings (1) selbst, indem sie zeigen, daß die Wirkungsweise des Milchenzyms auf die Eiweißstoffe der Milch in ihrem Charakter am meisten der dieser Bakteriengruppe gleicht. Ein Vergleich der durch andere proteolytische Enzyme, wie Trypsin, Pankreatin und Pepsin, erzeugten Umsetzungsprodukte mit denen der Galactase ergibt, daß der Zerfall der Eiweißstoffe durch erstere bei der Bildung von Amiden stehen bleibt, während die durch die Galactase wie durch peptonisierende Bakterien bewirkte Umsetzung sich noch weiter in der Bildung von Ammoniak geltend macht. Im übrigen hat die Galactase mehr den Charakter eines tryptischen als den eines peptischen Enzyms.

was sich hauptsächlich darin zeigt, daß sie bei neutraler und schwach alkalischer Reaktion energischer wirkt als bei saurer und namentlich bei der Erhitzung sehr viel empfindlicher ist gegenüber saurer als alkalischer Reaktion. Babcock und Russell haben speziell der Salzsäure eine schädigende Wirkung zugeschrieben, nach E. von Freudenreich besteht eine solche auch für Milchsäure. 5

Das Temperatur-Optimum für die Galactase liegt zwischen 37 und 42° C. Bei 10 Minuten langer Erhitzung auf 76° C wird das Enzym zerstört. Dabei tritt merkwürdigerweise nach einiger Zeit Gerinnung der Milch ein, was nach Babcock, Russell und Vivian (1) ein 10 Hinweis darauf ist, daß sich in der frischen Milch auch ein Gerinnungsenzym befinde, das von dem tryptischen Enzym unabhängig ist. Die Fähigkeit, Wasserstoffsuperoxyd zu zersetzen, die ja allen Enzymen eigen ist, geht nach den Versuchen der genannten Autoren in neutraler und schwach alkalischer Reaktion bei 65, 70 und 75° C erst nach 15 60 Minuten langer Erhitzung, bei 80° C in schwach alkalischer Reaktion ebenfalls erst nach so langer Zeit, in neutraler Reaktion dagegen schon nach 30 Minuten verloren. Bei schwach saurer Reaktion genügen 75° C und 10 Minuten, um das Enzym zu zerstören. Diese Angaben stimmen nicht ganz mit denen von V. Storch (1) überein, der gezeigt hat, daß 20 Milch nur ganz kurz, mehrere Sekunden auf 80° C erhitzt zu werden braucht, um ihre Reaktionsfähigkeit auf Wasserstoffsuperoxyd zu verlieren; sie erklären sich aber dadurch, daß die von den amerikanischen Autoren angewendeten Mengen des Enzyms sehr viel größer waren, während die Versuche Storch's den natürlichen Verhältnissen ent- 25 sprechen. In frischer Käsemasse widersteht infolge des Schutzes dieser die Galactase teilweise ebenfalls einer Erhitzung auf 75—80° C während der Dauer von einer halben Stunde.

Starke Desinfektionsmittel wie Sublimat, Formalin, Karbolsäure und Schwefelkohlenstoff, töten das Enzym. Chloroform, Aether, 30 Toluol, Benzol, Salicyl-, Bor- und arsenige Säure, Fluornatrium und verschiedene aromatische flüchtige Oele beeinträchtigen die Wirkung des Enzyms wenig. Von diesen scheinen Chloroform und Aether namentlich die tryptische Wirkung der Galactase weniger zu stören als die Gerinnung. 35

Da Trypsin und Pepsin, wie E. von Freudenreich nachgewiesen hat, gegen Formalin nicht so empfindlich sind wie die Galactase, so benützt O. Jensen das verschiedene Verhalten der letzteren gegen Formalin und Aether bei gleichzeitiger Anwesenheit der anderen beiden genannten Enzyme und des Enzyms peptonisierender Bakterien zum Nachweis 40 der Galactase im Käse. Diese Formalin-Aether-Probe besteht in der Prüfung der Käsemasse auf ihren Gehalt an löslichen Eiweißstoffen, nachdem ein Teil von ihr 14 Tage lang mit einem Zusatz von 1 Promille Formalin und ein anderer Teil ebenso lange mit einem Zusatz von 15 Proz. Aether der Bruttemperatur (35° C) ausgesetzt worden ist. 45 Von dieser Probe wird im 10. Kapitel noch die Rede sein, da Jensen mit ihrer Hilfe den Nachweis zu führen sucht, daß die Reifung der Käse zum Teil der aus der Milch in die Käsemasse übergehenden Galactase zuzuschreiben ist, eine Ansicht, die er mit den amerikanischen Forschern Babcock und Russell teilt. 50

§ 43. Die Casease.

Wie oben schon erwähnt wurde, ist bei den ein Labenzym ausscheidenden Bakterien und Pilzen vielfach, ja zumeist, auch die Ausscheidung eines proteolytischen (des sogen. peptonisierenden) Enzyms konstatiert worden. Das in der Milch bei neutraler und schwach alkalischer, teilweise auch bei saurer Reaktion entstandene Coagulum wird von dem gleichen Organismus, bzw. durch ein von ihm erzeugtes Enzym nach und nach mehr oder minder wieder aufgelöst. Da die Lösung von Casein und anderen Eiweißstoffen meist mit einer Lösung von Fibrin und Gelatine zusammenfällt und bei dieser Auflösung größere Mengen von Pepton (richtiger von Albumosen und Pepton) gebildet werden, so hat man diese Bakterien auch als „verflüssigende“ oder „peptonisierende“ zusammengefaßt (s. Bd. III, S. 121).

E. Duclaux (2), der sich mit der Erscheinung der Auflösung des Caseins in der Milch zuerst eingehender beschäftigt hat, gab dem Enzym, das diese Lösung vollbringt, den Namen Casease, das gelöste Casein bezeichnet er mit Caseon. Diese Bezeichnung hat nur vorläufigen Wert, solange die Natur der proteolytischen Bakterienenzyme noch nicht genauer erforscht ist. Nach allen bisherigen Ermittlungen (s. Bd. III, S. 127) stehen dieselben dem Trypsin sehr nahe.

Aehnlich wie das Trypsin lösen auch die Bakterienproteasen Fibrin schwieriger als Gelatine. Von vierzehn von den von Cl. Fermi (1) dargestellten proteolytischen Pilzenzymen (s. Bd. III, S. 125) wirkten nur fünf auf Fibrin und Gelatine zugleich; die anderen neun wirkten nur auf Gelatine, und von diesen bildeten nur sechs das Enzym auf Kartoffeln, die anderen drei nicht. Da sich die von den verschiedenen Bakterien und Pilzen erzeugten Enzyme auch gegen höhere Temperaturen verschieden verhalten (s. Bd. III, S. 124), kann man mit Fermi die Ansicht teilen, daß die verschiedenen Organismen verschiedene proteolytische Enzyme abscheiden. Fermi scheint auch bestreiten zu wollen, daß die verflüssigenden Bakterien immer Casease produzieren, während C. Eijkman (1) das leimlösende und das caseinlösende Enzym der Bakterien für identisch hält.

Ueber das Mengenverhältnis von Lab und Protease in Kulturen einiger peptonisierender Bakterien macht S. Hata (1) interessante Angaben. Danach überwiegt beim *Bac. fluorescens* (s. Bd. III, S. 92) das Labenzym über das proteolytische, während beim *Bac. prodigiosus* das Umgekehrte der Fall ist. Das Rohenzym der ersteren Bakterie enthält in einem Gramm 90000 Trypsin-Einheiten (die Einheit entspricht der Verflüssigung von 2 ccm 10-proz. Thymolgelatine bei 35° C in 24 Stunden, sodaß ein Festwerden selbst in der Eiskammer nicht mehr eintritt) und 380000 Lab-Einheiten (eine Labeinheit kommt der Gerinnung von 2 ccm Milch mit 1-proz. Karbolzusatz bei 35° C in 24 Stunden gleich); der *Bac. prodigiosus* dagegen produziert ein Enzym, das in einem Gramm 280000 Trypsin- und 150000 Lab-Einheiten enthält.

Die Eigenschaft, ein proteolytisches Enzym abzuscheiden, ist unter Bakterien und Pilzen weit verbreitet (s. Bd. III, S. 121—122). Die meisten von ihnen gedeihen entweder in der Milch selbst sehr gut oder, wie namentlich die Hyphenpilze, auf den aus ihr bereiteten einen konsistenteren Nährboden bildenden Produkten. Schon in der noch im Euter befindlichen Milch ist, wie schon erwähnt, ein verflüssigender Kokkus fast immer enthalten. Von der auflösenden und zersetzenden Kraft von

Mucor mucedo und *Penicillium glaucum* gibt K. Teichert (1) ein Bild, indem er zeigt, daß ersterer innerhalb 20 Tagen den löslichen Anteil der Stickstoffsubstanz der Milch von 7.46 Proz. auf 48.50 Proz. und letzterer von 5.45 Proz. auf 77,58 Proz. erhöhte. *Oidium lactis*, das von einzelnen Forschern als kräftig peptonisierender Pilz angesehen wird, hat nach den Untersuchungen Teichert's die Menge der löslichen Stickstoffsubstanz innerhalb 3 Monaten nur verdoppeln können. Die Verschiedenheit der Meinungen über das Peptonisierungsvermögen dieses letzteren Pilzes findet aber wohl in dem Umstande ihre Erklärung, daß er eine sehr variable Art ist; so gibt es ein *Oidium lactis*, welches Gelatine verflüssigt und Milch kräftig peptonisiert. Ebenso hat M. Grimm (1) festgestellt, daß sich verschiedene Varietäten des *Oidium lactis* durch ein verschieden starkes Peptonisierungsvermögen auszeichnen. Nach E. Boullanger (1) gibt es auch verschiedene Bierhefen, welche Milch, wenn auch sehr langsam (in 2—4 Monaten), peptonisieren.

Eine eigenartige Gruppe von peptonisierenden Bakterien bilden die von C. Gorini (2) der Beachtung näher gerückten Säure-Lab-bildenden Bakterien (s. S. 81—84). Während sonst die peptonisierenden Bakterien und ihr Enzym nur bei neutraler oder schwach alkalischer Reaktion wirksam sind und von Säuren unwirksam gemacht werden, peptonisiert diese Gruppe das Casein auch in der von den Bakterien selbst erzeugten Säure. Dies ist z. B. beim *Bac. prodigiosus* der Fall, dann bei dem schon mehrfach genannten „verflüssigenden Kokkus", sowie bei einer von Gorini *Ascobacillus citreus* genannten Milchbakterie. Desgleichen ist es bisher ziemlich unbeachtet geblieben, daß die die Gelatine verflüssigenden Milchsäurebakterien in saurer Lösung peptonisieren. F. W. J. Boekhout und J. J. Ott de Vries (2) haben an einer solchen von ihnen neuerdings beschriebenen verflüssigenden Milchsäurebakterie die Bildung von Milchsäure sowie auch die eines Lab-Enzymes experimentell nachgewiesen; die Löslichmachung des Caseins schreiben sie einem pepsinartigen Enzyme zu.

Daß die Bakterien wie manche andere Eigenschaft so auch die der Produktion eines proteolytischen Enzyms unter gewissen Bedingungen, namentlich bei längerer Züchtung auf künstlichen Nährböden, verlieren können, ist bekannt (s. Bd. III, S. 122). H. W. Conn (2) hat auch zeigen können, daß eine solche Variabilität selbst bei den aus der Natur direkt isolierten Arten vorkommt. So fand er den „verflüssigenden Kokkus" am gleichen Ort teils stark, teils schwach, teils gar nicht verflüssigend, ebenso den *Bac. lactis erythrogenes*.

Literatur

zum Kapitel Der Abbau des Caseins.

***Arthus,** M., und **Pagès,** C., (1) Arch. de Physiol., 1890, 5. sér., Bd. 2, S. 331. ***Babcock,** S. M., (1) 6. Ann. Rep. Agric. Exp. Stat. Univers. of Wisconsin, 1889. Bull. Nr. 18. ***Babcock,** S. M., und **Russell,** H. L., (1) 14. Ann. Rep. Agric. Exp. Stat. Univers. of Wisconsin, 1897, S. 161; Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 615. ***Babcock,** S. M., **Russel,** H. L., und **Vivian,** A., (1) 15. Ann. Rep. Agric. Exp. Stat. Univers. of Wisconsin, 1898, S. 77 u. f.; Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 17. ***Babcock,** S. M., **Russel,** H. L., **Vivian,** A., und **Hastings,** E. G., (1) 16. Ann. Rep. Agric. Exp. Stat. Univers. of Wisconsin, 1899, S. 157. ***Basch,** (1) Jahrbuch d. Kinderheilk., 1898, Bd. 47, S. 90. ***Baumann,** Fr., (1) Dissert., Königsberg i. Pr., 1893. ***Béchamp,** A., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1894, Bd. 118, S. 1157. ***Benjamin,** R., (1) Dissert., Berlin 1896. ***Berzelius,** J. J., (1) Cit. n. Hueppe (1). ***Boekhout,** F. W. J., und **Ott de Vries,** J. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 817. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 12, S. 587. ***Bokorny,** Th., (1) Chem.-Ztg., 1901, Bd. 25, S. 3.

* **Boullanger,** E., (1) Ann. Pasteur. 1897. Bd. 11, S. 720. * **Briot,** A., (1) Thèse. Paris 1900; Comptes rendus Soc. Biol., 1899. Bd. 128, S. 1359. * **Brücke,** (1) Cit. n. Green. * **Conn,** H. W., (1) 5. Ann. Rep. Storrs Agric. Exp. Stat., 1892, S. 106; Centralbl. f. Bakt., 1892. Bd. 12, S. 223. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899. Bd. 5, S. 665. * **Conradi,** H., (1) Münch. med. Wochenschr., 1901, S. 175. * **Courant,** G., (1) Pflügers Archiv, 1891, Bd. 50, S. 109. * **Danilewsky,** A., und **Radenhausen,** P., (1) Schweiz. Ztschr. f. Pharm., 1880. Nr. 22. * **Decker,** J. W., (1) 15. Ann. Rep. Agric. Exp. Stat. Univers. of Wisconsin, 1898, S. 35. * **Duclaux,** E., (1) Ann. de l'Inst. nat. agron., 1883, Bd. 8. — (2) Le lait. Paris 1887. — (3) Traité de microbiologie. 1899, Bd. 2. * **Edmunds,** (1) Cit. n. Green (1). * **Eijkman,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901. Bd. 29. S. 841. * **Eugling,** W., (1) Landw. Versuchsstationen, 1885, Bd. 31, S. 391. * **Fermi,** Cl., (1) Arch. f. Hyg., 1890, Bd. 10, S. 1; 1891, Bd. 12, S. 238; 1892, Bd. 14, S. 1. * **Fick,** A., (1) Pflügers Archiv. 1889, Bd. 45, S. 293. * **Fleischmann,** W., (1) Das Molkereiwesen. Braunschweig 1876. * **Foster,** J., (1) Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten. Leipzig 1882. * **Freudenreich,** E. **von,** (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1897. Bd. 11. S. 102 und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 309. — (2) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1900. Bd. 14, S. 49. * **Fuld,** E., (1) Ref. in Ergebnisse der Physiol., 1902, 1. Jahrg., 1. Abt., S. 468. — (2) Hofmeisters Beiträge, 1902, Bd. 2, S. 1. * **Gorini,** C., (1) Labor. scient. di direzione di Sanità. Rom 1892. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 137. * **Green,** J. R., (1) Die Enzyme. Deutsch von W. Windisch. Berlin 1901. * **Grimm,** M., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 69. * **Halliburton,** (1) Lehrbuch d. chem. Physiol. und Path., 1893. * **Hammarsten,** O., (1) Upsalas Läkareforenings Förhandlingar, 1872, Bd. 8, S. 63; ref. in Malys Jahresber., 1872, Bd. 2, S. 118. — (2) Malys Jahresber., 1874, Bd. 4, S. 135. — (3) Ebenda, 1877, Bd. 7, S. 158. * **Hata,** S., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1904, Bd. 34, Ref., S. 208. * **Haubner,** (1) Magaz. f. d. ges. Tierheilk., 1852, Bd. 18, S. 1. * **van Hest,** J. J., (1) Molkerei-Ztg., Berlin. 1897, Bd. 7, S. 61. * **Hillmann,** P., (1) Dissert., Leipzig 1895. * **Hueppe,** Ferd., (1) Mitteil. kais. Ges.-Amt, 1884, Bd. 2, S. 309. — (2) Deutsche med. Wochenschrift, 1884. Bd. 10, S. 797. * **Jager,** L. **de,** (1) Nederl. Tijdschr. voor Genesk., 1897, Bd. 2, S. 253. * **Jensen,** O., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1900, Bd. 14, S. 197. * **Schmidt,** A., (1) Ein Beitrag zur Kenntnis der Milch. Dorpat 1874. * **Klein,** J., und **Kirsten,** A., (1) Milchztg., 1898, Bd. 27, S. 785; 1900, Bd. 29, S. 177. * **Korschun,** S., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1902, Bd. 36, S. 141. * **Latschenberger,** J., (1) Centralbl. f. Physiol., 1890, Bd. 4, S. 3. * **Lehmann,** J., (1) Lehrb. d. physiol. Chem., 1850, Bd. 2. * **Lehner,** F., (1) Molkerei-Ztg., 1889, Bd. 3, S. 173. * **Loeb,** A., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1902, Bd. 32, Orig., S. 471. * **Loercher,** G., (1) Pflügers Archiv, 1898, Bd. 69, S. 141. * **Loevenhart,** A. S., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1904, Bd. 41, S. 177. * **Matthioli,** (1) Cit. n. Green (1). * **Mayer,** A., (1) Milchztg., 1881, Bd. 10, S. 36. * **Meissner,** (1) Cit. n. Hueppe (2). * **Mitscherlich,** E., (1) Cit. n. Hueppe (1). * **Morgenroth,** J., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1899, Bd. 26, S. 349. — (2) Ebenda, 1900, Bd. 27, S. 721. * **Müller,** P. Th., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 44, S. 126. * **Nencki,** M., und **Sieber,** N., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1901, Bd. 32, S. 291. * **Ott de Vries,** J. J., und **Boekhout,** F. W. J., (1) Landw. Versuchsstationen, 1901. Bd. 55, S. 221. * **Pawlow,** J. P., und **Parastschuk,** S. W., (1) Z. f. physiol. Chem., 1904, Bd. 42, S. 415. * **Pekelharing,** C. A., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1902, Bd. 35, S. 8. * **Peters,** R., (1) Dissert., Rostock 1894. * **Raudnitz,** R. W., (1) Ref. in Ergebnisse der Physiol., 1903, 2. Jahrg., Wiesbaden. * **Rödén,** H., (1) Ref. in Malys Jahresber., 1887, Bd. 17, S. 160. * **Schär,** (1) Ref. in Hueppe (2). * **Schaffer,** F., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1887, Bd. 1, S. 43. * **Schulze,** E., (1) In Schulze, E., und Benecke, F., Landw. Jahrbücher, 1887, Bd. 16, S. 317. * **Selmi,** (1) Journ. de pharm. et de chim., 1846, 3. sér., Bd. 9, S. 265. — (2) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1874, Bd. 7, S. 1463. * **van Slyke,** L. L., **Harding,** H. A., und **Hart,** E. B., (1) New-York Agric. Exper. Stat. Geneva, N. Y., 1901, Bull. Nr. 203. * **Smith,** F. E., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 445. * **Söldner,** F., (1) Landw. Versuchsstationen, 1888, Bd. 35, S. 351. * **Sommer,** L., (1) Arch. f. Hyg., 1897, Bd. 31, S. 319. * **Soxhlet,** Fr., (1) Milchztg., 1877, Bd. 6, S. 495. * **Spolverini,** L. M., (1) Revue d'hyg. et de méd. infant., 1902, Bd. 1, S. 3. * **Storch,** V., (1) 40. Beretning fra de kgl. Veterin.-og Landbohöjsk. Laborat. f. landökon. Forsög. 1898. * **Storch,** V., und **Segelke,** (1) Milchztg., 1874, Bd. 3, S. 997. * **Teichert,** K., (1) Milchztg., 1903, Bd. 32, S. 785. * **Vieth,** P., und **Siegfeld,** M., (1) Milchztg., 1900. Bd. 29, S. 657. * **Vignal,** W., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1890, Bd. 7, S. 61. * **Walter,** P., (1) Pflügers Archiv, 1890, Bd. 48, S. 529. * **Warren,** (1) Journ. experim. med., Bd. 2, S. 476. * **Warrington,** R., (1) The Lancet, 1888, Bd. 1, Nr. 25. * **Weigmann,** H., und **Pegone,** A., (1) Jahresber. d. Versuchsstat. f. Molkereiw., Kiel 1899/1900. * **Weitzel,** A., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1902, Bd. 19, S. 126. * **Wood,** J. T., (1) Proceedings Roy. Soc. Edinburgh, 1889. Bd. 17, S. 27; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1890, Bd. 8, S. 266.

(Manuskript-Einlauf: 22. Sept. 1905.)

10. Kapitel.

Die Käsereifung.

§ 44. Die Enzyme der Milch und des Labes als Ursache der Käsereifung.

Ein interessantes Beispiel für den Abbau des Käsestoffs der Milch ist in der Reifung des Käses gegeben. Diese besteht, chemisch und allgemein gesprochen, in der Umwandlung des Paracaseins oder des Caseins in einfachere Eiweißstoffe und in Zersetzungsprodukte solcher unter Bildung von Geschmacks- und eventuell Geruchsstoffen, welche teils allen Käsen gemeinsam teils besonderen Sorten eigentümlich sind. Die Zweiteilung des Ausgangsmaterials, Paracasein (gebunden) oder Casein, hat ihren Grund in der Verschiedenheit der Zubereitung der Käse, indem die Ausscheidung des Käsestoffes aus der Milch teils durch Lab in der Form von Paracaseinkalk teils durch Säure in der Form von Casein erfolgt. Man spricht im ersteren Falle von Labkäsen, im letzteren von Sauermilchkäsen. Diese haben das gemeinsame Merkmal, daß ihre Reifung nur von außen erfolgt, während sich in ihrem Innern ein aus Casein bestehender, sauer reagierender Kern befindet. Bei den Labkäsen nimmt man bisher eine durch die ganze Masse gleichzeitig erfolgende und gleichmäßig fortschreitende Reifung an. Mit Bezug auf die Dichte der Käsemasse unterscheidet man zwischen Weichkäsen und Hartkäsen. Die Weichkäse, durchweg Labkäse, werden derart bereitet, daß man unter Benützung einer etwas geringeren Temperatur beim Labprozeß oder von etwas weniger Lab die Käsemasse langsam ausscheidet, wodurch ein weniger fester zugleich auch molkenreicherer „Bruch" entsteht. Auch diese Käse reifen durchweg von außen und zwar deswegen, weil der in der Masse infolge des großen Molkengehaltes vorhandene Milchzucker durch die allgegenwärtigen Milchsäurebakterien rasch in Milchsäure umgewandelt wird und diese das Paracasein aus seiner Bindung mit Kalk als eine unlösliche, von der Milchsäure gegen jeden Angriff geschützte Masse ausscheidet. Bei der Bereitung der Hartkäse wird durch höhere Labtemperatur oder größere Mengen Lab der Käsebruch rascher ausgeschieden, durch längeres Behandeln in der Molke und durch besseres Zerkleinern, ja selbst durch Einwirkung höherer Temperatur (Nachwärmen) molkenärmer gemacht, so daß diese Käse, wie z. B. die nach Schweizer Art bereiteten, sehr dicht, fest und trocken sind. Auch bei den Hartkäsen tritt sehr bald nach der Bereitung eine Umwandlung des noch vorhandenen wenigen Milchzuckers in Milchsäure ein, doch ist, in den meisten Fällen wenigstens, die Menge derselben nicht so groß, daß dadurch eine Ausscheidung des Paracaseins bewirkt werden kann, oder doch nicht so groß, daß dieses für andere Reaktionen unzugänglich bleibt.

Die Faktoren, welche den Abbau des Käsestoffes, sowohl des gebundenen Paracaseins wie des Caseins, bewirken können, sind nach den vorausgegangenen Ausführungen entweder Enzyme oder Mikroorganismen, bezw. die von diesen abgeschiedenen Enzyme. Von ersteren kämen in

Betracht: das Enzym der Milch, die Galactase, und das Lab nebst dem in ihm enthaltenen Pepsin. In betreff des ersteren ist bereits im vorigen Kapitel ausgeführt worden, daß seine Abkunft von der Milchdrüse angezweifelt wird; die von ihm zu erwartende Wirkung würde also unter die der Mikroorganismen und ihrer Enzyme zu rechnen sein. Es ist hier aber noch auf die Hinweise einzugehen, welche die Entdecker der Galactase, S. M. Babcock und H. L. Russell, aus dem Verhalten der Käse für die Existenz der Galactase erbracht haben, sowie auf andere Untersuchungen in dieser Richtung. Die genannten amerikanischen Forscher sind der Ueberzeugung, daß dieses Enzym an der Reifung des Käses sehr stark beteiligt ist. Sie schließen das zunächst daraus, daß die Auflösung von Milch bei Gegenwart von antiseptischen, das Bakterienleben, nicht aber die Enzymwirkung unterdrückenden Mitteln in der gleichen Art verläuft wie bei normal reifendem Käse. Speziell aus eingehenderen Vergleichen über die Art und die Mengenverhältnisse der bei der Umwandlung des Käsestoffes durch verschiedene Enzyme gebildeten chemischen Produkte (s. S. 150) glauben die genannten Forscher schließen zu dürfen, daß zwischen dem Verlauf der Reifung des Käses, wenigstens des hier in Betracht kommenden Cheddarkäses, und der Zersetzung des Milchcaseins durch die Galactase die beste Uebereinstimmung herrsche. Zum gleichen Resultat kommen die genannten Forscher und ihre Mitarbeiter A. Vivian und E. G. Hastings (1) durch Versuche mit Käsen selbst. Während in denjenigen Fällen, in denen durch vorheriges Pasteurisieren der Milch das Enzym vernichtet war, eine Auflösung des unter Chloroform gehaltenen Caseins nicht eingetreten war, stellte sich solche in den unter Chloroform gehaltenen Käsen aus unerhitzter Milch fast in gleichem Maße wie in den in gewöhnlicher Weise behandelten Käsen ein. Ferner erwies sich ein über ein Jahr lang unter Chloroform aufbewahrter, steril befundener Käse als gereift, und eine 4 Monate alte, antiseptisch aufbewahrte Milch enthielt ebenso wie der erwähnte Käse Tyrosin und Leucin.

Neben der Galactase schreiben Babcock und Russell auch dem Lab vermöge seines Gehaltes an Pepsin eine Bedeutung bei der Käsereifung zu. Versuche mit verschieden großen Mengen von Lab und mit verschiedenen Mengen von Pepsin bei der Herstellung von Cheddarkäsen zeigten einen deutlichen Einfluß dieser Enzyme, auch mit Bezug auf den Charakter der entstandenen Produkte. Diese bestehen bei Pepsin lediglich in Albumosen und Peptonen. Die Wirkung des Pepsins und somit die Mitwirkung des Labes an der Auflösung der Käsemasse ist aber von dem Vorhandensein einer sauren Reaktion im Nährboden abhängig. Nach Babcock und Russell wird Pepsin erst bei einem Säuregrad von 0,3 Proz. Milchsäure wirksam; es ist jedoch nicht notwendig, daß diese als freie Säure vorhanden ist, es genügt die Anwesenheit saurer Salze. Nach den im 3. Kapitel gemachten Ausführungen erscheint es ja nicht unwahrscheinlich, daß die Milchsäure sich im Käse in gebundenem Zustande befindet, und nach den Untersuchungen von L. L. van Slyke und E. B. Hart (1) wäre Caseinmonolactat in Käsen, speziell im Cheddarkäse, in großer Menge enthalten, und wenn diese Forscher die Bildung von milchsaurem Casein auch nicht als eine Vorbedingung für die lösende Wirkung des Pepsins im Lab ansehen wollen, so schreiben sie derselben doch eine wesentliche Förderung zu. Auch sie konstatieren, daß die durch Pepsin entstehenden Umsetzungsprodukte hauptsächlich Albumosen (Paranuclein und die Duclaux'schen Caseone)

sowie Peptone seien, daß dagegen nur geringe Mengen von Amiden und Ammoniak gebildet würden. Dagegen treten diese in gleichem Maße wie in normal gereiftem Käse auf, wenn die proteolytischen Enzyme von Mikroorganismen mitwirken. Die genannten Autoren sind deshalb (ebenso wie Babcock und Russell) der Meinung, daß die Tätigkeit des Pepsins nur eine vorbereitende sei. Die Notwendigkeit der Mitwirkung von Mikroorganismen erscheint van Slyke und Harding umsomehr gegeben zu sein, als der die Käse als solche charakterisierende spezifische Geruch unter dem Einflusse von Lab allein nicht entsteht, vielmehr einzig und allein der Wirkung von Bakterien zugeschrieben werden kann.

Daß im Käse Enzyme tätig sind, geht aus der von Krarup (1) ermittelten und von O. Jensen (1) bestätigten Tatsache hervor, daß Käse, der mit sterilem Wasser zu einer Emulsion verrieben und mit 1 Promille Formalin versetzt bei etwas erhöhter Temperatur sich selbst überlassen bleibt, einer Selbstverdauung unterliegt, während diese Erscheinung unterbleibt, wenn die Käsemasse vorher auf 95° C erhitzt worden ist. Die Herkunft dieser Enzyme kann ja verschiedenartig sein, die Tatsache aber, daß unter den erwähnten Verhältnissen Selbstverdauung eintritt, ist von O. Jensen (1) in geschickter Weise für den Nachweis des Vorhandenseins von proteolytischen Enzymen überhaupt benutzt worden. Die Unterscheidung, ob das vorhandene Enzym Galactase oder Pepsin oder Trypsin bezw. das tryptische Enzym von Mikroorganismen ist, gründet Jensen auf die von E. von Freudenreich (1) erwiesene Empfindlichkeit der Galactase gegenüber 1 Promille Formalin, welche für Pepsin, Pankreatin und Trypsin nicht besteht. Die Wirkung tritt am deutlichsten bei Bruttemperatur hervor. Die Methode besteht darin, daß man Teile eines Käses bei 35° C bei Gegenwart von 1 Promille Formalin bezw. 15 Proz. Aether der Selbstverdauung überläßt. Der wesentlich erhöhte Gehalt an Umsetzungsprodukten in dem mit Aether versetzten Käse gegenüber dem Gehalt an solchen in dem mit Formalin versetzten kann dann als Beweis dafür angesehen werden, daß das Enzym, das die Selbstverdauung bewirkt hat und in der Käsemasse vorhanden sein mußte, Galactase gewesen ist. Zwischen Pepsin und Galactase besteht dann noch das weitere Unterscheidungsmerkmal, daß letztere gegen Milchsäure ziemlich empfindlich ist, während ersteres in seiner Wirkung dadurch nur unterstützt wird. Die Bildung einer erhöhten Menge von löslichen Eiweißstoffen bei gleichzeitigem Vorhandensein von 1 Promille Formalin und einer stark saure Reaktion bewirkenden Menge Milchsäure deutet also auf die Anwesenheit von Pepsin hin.

Mit Hilfe dieser „Formalin-Aether-Probe" ermittelte O. Jensen, daß Galactase besonders in molkenreicheren Käsen, also in Weichkäsen, in größerer Menge vorhanden sein müsse als in trockenen Käsen, den sogen. Hartkäsen, wie die folgende Tabelle zeigt, in welcher L. N. den Gehalt an löslichem Stickstoff und Z. N. den Gehalt an Stickstoff der Zersetzungsprodukte in Prozenten des Gesamtstickstoffes bedeutet.

Selbstverdauung bei 35° C	Käse 1, nicht über 35° C erwärmt		Käse 2, bis auf 40° C nachgewärmt		Käse 3, bis auf 55° C nachgewärmt (Emmentaler Art)	
	L. N.	Z. N.	L. N.	Z. N.	L. N.	Z. N.
nach 15 Stunden mit 1 Promille Formalin	5,02	0,68	3.75	0.70	3,50	0.37
nach 14 Tagen mit 1 Promille Formalin	12,08	1,63	9,45	2.64	4,98	0.37
nach 14 Tagen mit 15 Proz. Aether	42,07	2,58	20 85	4,29	16,77	0.92

Die Menge löslicher Stickstoffsubstanzen in der der Selbstverdauung überlassenen Käsemasse ist also um so größer, je niedriger die Temperatur war, bei welcher der Käse hergestellt worden ist, je wasser- oder je molkenreicher der Käse also ist. Daß die Lösung durch die Galactase bewirkt worden ist, ergibt sich daraus, daß der Gehalt an löslichen Stickstoffsubstanzen bei Gegenwart von Aether als Antisepticum sehr viel größer ist als bei Verwendung der 150-mal geringeren Menge von Formalin. Die starke Vermehrung der löslichen Stickstoffsubstanzen (60.19 Proz. der gesamten Stickstoffsubstanz) in einer mit Naturlab und 4 Promille Milchsäure versetzten und der Selbstverdauung in Gegenwart von Formalin überlassenen Käsemasse läßt erkennen, daß speziell in solchen Käsen, in welchen, wie beim Schweizerkäse, Naturlab verwendet wird, Pepsin wirksam ist.

Darnach wären also nach Jensen sowohl Galactase wie Pepsin im Käse enthalten, erstere in größerer Menge in den Weichkäsen, letzteres überwiegend in Hartkäsen. Bei den Weichkäsen wird die Galactasewirkung infolge der nicht geringen Menge sich bildender Milchsäure zunächst, d. h. im Beginne der Reifung, fast ganz zurückgehalten, und es kommt nur das Pepsin zu einer vorbereitenden Wirkung. Erst wenn die Säure von außen her durch das von den an der Oberfläche wachsenden Bakterien und Eumyceten gebildete Ammoniak abgestumpft wird, kommt auch die Galactase zur Wirkung. Zugleich mit ihr, aber in sehr viel stärkerem Maße ist dort das von den in großer Menge vorhandenen Mikroorganismen erzeugte tryptische Enzym tätig. Diese Annahme ergibt sich nach Jensen aus der Art der Umsetzungsprodukte in der äußeren Schicht solcher Käse, welche nicht, wie beim Vorherrschen von Galactase, fast ausschließlich aus löslichen Stickstoffsubstanzen sondern in recht erheblichem Maße auch aus Zersetzungsprodukten bestehen. Sowohl Pepsin wie Galactase spielen also nach Jensen bei der Reifung der Weichkäse eine Rolle, diese ist aber nicht bedeutend, sondern tritt gegenüber der der Bakterienenzyme in den Hintergrund.

Das Verhalten der wässerigen Aufschlämmung von Teig aus Emmentalerkäsen bei der Selbstverdauung in der Formalin-Aether-Probe scheint sehr dafür zu sprechen, daß sich in solchen Hartkäsen ein gegen Formalin empfindliches Enzym, also Galactase, befinden müsse. Aber auch hier kann die Wirkung dieses Enzyms gegenüber der der Bakterienenzyme kaum in Betracht kommen, was sich teils daraus ergibt, daß die Selbstverdauung bei der Masse des frischen Emmentalerkäses nur eine sehr geringe, die des älteren Käses dagegen eine ziemlich kräftige ist, sowie ferner aus dem Umstande, daß der chemische Verlauf der Reifung des Emmentalerkäses eine sehr viel größere Aehnlichkeit mit der Art der Umsetzung hat, welche der von E. v. Freudenreich aus diesen Käsen gezüchtete *Bac. casei* ε in Milch hervorruft, als mit der von der Galactase bewirkten Umsetzung. Pepsin kommt ebenfalls wenig zur Geltung wegen des geringen Säuregehaltes des Käses.

Die geringe Bedeutung der genannten Enzyme für die Käsereifung geht übrigens auch aus Versuchen Jensen's (2) hervor, aus erhitzter Milch unter Zusatz von Galactase und Pepsin reifende Käse darstellen zu wollen; die so gewonnenen Käse machten keineswegs den Eindruck von gereiften und zeigten auch eine nur geringe Erhöhung des Gehaltes an löslichen Umsetzungsprodukten von Casein. Besonders scheint Galactase kaum eine Wirkung zu haben, während Pepsin schon besser löst und in sehr viel höherem Maße noch Trypsin es tut. Ein Zusatz dieses Enzyms

in reinem Präparat in der Menge von 25 g zu 100 Liter der zu verkäsenden, vorher erhitzten Milch, hatte zur Folge, daß der Bruch sich noch schlechter formen ließ, als das sonst beim Käsen erhitzter Milch der Fall ist, sowie daß der Käse bitter wurde und bei der chemischen Untersuchung eine starke Auflösung sowie Bildung von viel Zersetzungs- 5 produkten (Amiden) zeigte. Bei Benutzung von nicht erhitzter Milch ließ sich der Bruch wohl besser formen, doch wurde der Käse ebenfalls, wenn auch nicht in gleichem Maße, bitter. Geringere Mengen von Trypsin, etwa 1 g auf 100 Liter Milch hatten die unangenehme Nebenwirkung des Bitterwerdens nicht zur Folge, wohl aber eine verstärkte Reifung. 10 Günstiger noch als der Einfluß des Pankreastrypsins dürfte der des tryptischen Enzyms der Bakterien sein. H. WEIGMANN (1) zeigte dies indem er das durch Fällung mit Alkohol erhaltene Rohenzym einer verflüssigenden Bakterie, des *Bacillus mycoides*, der zu verkäsenden Milch zusetzte und so einen Käse erhielt, der gegenüber einem Kon- 15 trollkäse sich durch sehr viel rascheres Reifen auszeichnete. Daß die Rolle der Galactase bei der Reifung der Käse eine kaum in Betracht kommende ist, geht ferner auch aus den Versuchen von L. L. VAN SLYKE, H. A. HARDING und E. B. HART (1) hervor. Sie vermieden den von BABCOCK und RUSSELL bei der Desinfektion der Käse- 20 masse gemachten Fehler, indem sie nicht den fertigen Käse in Chloroform tauchten, sondern die für den Käse bestimmte Milch mit Chloroform durcharbeiteten; (nach J. MORGENROTH erreicht man erst dann eine völlige Abtötung der Keime mit Chloroform, wenn die zu desinfizierende Flüssigkeit anhaltend durchgeschüttelt wird). Die von den 25 genannten Forschern auf diese Weise hergestellten Käse reiften anfangs gar nicht und später sehr viel weniger als die Kontrollkäse, und ferner war die Art der Reifung eine andere, indem die Käse aus desinfizierter Milch Amidosubstanzen fast nicht enthielten. Im normalen Käse war am Ende einer neunmonatlichen Reifung das Verhältnis der Summe von 30 Albumosen und Peptonen zu den Amiden wie 1 : 8,7, im Chloroformkäse dagegen nur wie 1 : 0,93.

Aus Untersuchungen von F. W. HARRISON (1) ergibt sich ferner, daß im Cheddarkäse, an welchem alle die von amerikanischen Forschern herrührenden Untersuchungen angestellt sind, der Gehalt an Milchsäure 35 so groß ist, daß die Galactase gar nicht zur Wirkung würde kommen können. HARRISON ist deshalb ebenso wie VAN SLYKE und HARDING der Meinung, daß eher das Pepsin des Labes, das auch im Kunstlab, wiewohl in sehr viel geringerer Menge wie im Naturlab enthalten ist, auf die Reifung des genannten Käses von Einfluß sei. Bezüglich des Ver- 40 haltens der Galactase gegenüber schwacher Säure besteht übrigens ein Widerspruch zwischen den Ermittelungen von BABCOCK und RUSSELL und denen E. VON FREUDENREICH's. Erstere weisen nach, daß es bei der Optimaltemperatur für das Enzym wenig ausmacht, ob die Reaktion schwach sauer oder neutral oder schwach alkalisch ist, E. VON FREUDEN- 45 REICH dagegen findet, daß schwache Säure die Wirkung des Enzyms stark beeinträchtigt.

Daß die Galactase wenigstens kein notwendiger Faktor für die Reifung von Käsen ist, ergibt sich auch, wie O. JENSEN mit Recht bemerkt, aus den Versuchen von J. KLEIN und A. KIRSTEN (1), bei welchen 50 aus erhitzter Milch, also nach Abtötung der Galactase, normal reifende Käse gewonnen wurden.

Der schon kritisierte Befund von BABCOCK und RUSSELL, daß anti-

septisch behandelter Käse eine Art Reifung durchmache, steht auch im Widerspruch mit früheren und neueren diesbezüglichen Versuchsresultaten. So beobachtete L. Adametz (1) an Käsen, die mit Pearson's Kreolin, Thymol, Salicylsäure oder Salol versetzt waren, trotz des nicht gänzlich unterdrückten Bakterienwachstums keine durch die Sinne wahrnehmbare Reifung. Selbst an frischem normal bereitetem Käse wurde die Reifung unterdrückt, wenn er einer Atmosphäre von Schwefelkohlenstoff ausgesetzt wurde. Daß Käse aus gekochter Milch nicht reift, wie F. Schaffer und St. Bondzynski (1) zuerst gefunden haben, und daß auch eine Pasteurisierung der Milch bei 68—69° C während der Dauer von 20 Minuten die Reifung in der Regel verhindert, wie E. von Freudenreich und Jensen (1) bei ihren Versuchen festgestellt haben, findet leicht seine Erklärung in dem Verlust sowohl der möglicherweise wirksamen Enzyme wie auch der Mikroorganismen. Der Umstand aber, daß auch nicht erhitzte und nicht desinfizierte sondern nur aseptisch gewonnene und deshalb keimarme Milch nicht oder schlecht reifende Käse gibt, muß als der eklatanteste Gegenbeweis gegen die Galactase-Theorie Babcock's und Russell's angesehen werden. Solche Beobachtungen sind von F. W. J. Boekhout und J. J. Ott de Vries (1) wie von E. von Freudenreich (2) gemacht worden. Die ersteren haben die Richtigkeit ihrer Beobachtung noch durch die chemische Analyse erhärtet und gezeigt, daß der Mehrgehalt des Käses an gelösten Stickstoffsubstanzen nach vier- bis sechswöchentlicher Lagerung des Käses ein so minimaler gegenüber dem Gehalt im frischen Käse war, daß der Anteil eines etwa vorhandenen Enzyms an der Reifung des Käses nur ein ganz geringer sein konnte. Wahrscheinlicher aber ist es, daß die nachgewiesene Auflösung der Käsemasse einer in sehr geringer Zahl in der aseptischen Milch enthaltenen peptonisierenden Bakterie (s. § 49) zu verdanken war.

Nicht ganz ausgeschlossen soll die Möglichkeit sein, daß bei dem in seiner Art einzig dastehenden Sauermilchkäse, dem amerikanischen Cheddarkäse, nicht doch eine Wirkung des mit dem Lab dem Käse einverleibten Pepsins in etwas bemerkenswerterem Maße statthat, namentlich bei der sog. Kältereifung, die von S. M. Babcock, K. L. Russel, A. Vivian und U. S. Baer (1) genauer studiert worden ist, wobei die Käse einer Temperatur von etwa 3—4° C ausgesetzt sind. Aber auch hier dürfte sie nur eine vorbereitende sein können, und die Haupttätigkeit dürfte dem tryptischen Enzym von Bakterien zuzuschreiben sein, welche, wie später gezeigt werden wird, bei der Bereitung und der Salzung der Käse zur Entwicklung kommen.

§ 45. Mikroorganismen als Ursache der Käsereifung. Menge, Verteilung und Herkunft derselben.

Wie im vorhergehenden Paragraphen dargelegt wurde, ist die Reifung der Käse nur in ganz bescheidenem Maße die Folge der Wirkung von Enzymen der Milch und des Labes, sie ist vielmehr in der Hauptsache das Werk von Mikroorganismen. Diese Ansicht ist schon sehr frühzeitig ausgesprochen worden, als man das Wesen der Bakterien noch recht wenig kannte. Es war zuerst Fd. Cohn (1), welcher schon im Jahre 1875 die Käsereifung für eine echte, von Mikroorganismen hervorgerufene Gärung erklärte, bei welcher Gasentwicklung statthätte und der Milchzucker in Buttersäure verwandelt würde. Die Gärungs-

erreger würden durch den Labextrakt, welcher neben *Bacterium termo* Heubazillen und verschiedene Mikrokokken enthalten soll, dem Käse zugeführt. Den Heubazillus, *Bac. subtilis*, hielt COHN für den Erreger der Buttersäuregärung und identisch mit dem *ferment butyrique* PASTEUR's.

Ein erstes genaueres Studium der Bakterienflora eines Käses ist 5 E. DUCLAUX (1) zu verdanken, welcher aus dem Cantal-Käse mehr als zehn Arten von „Fermenten", die Schimmelpilze nicht mitgerechnet, herauszüchtete. Von ihnen sind namentlich sechs für die Reifung des Käses von Bedeutung, und von diesen sind wieder zwei, *vibrion chainette* und *filament coudé*, die wichtigsten. Der erstere bildet in Milch Kohlen- 10 säure und Wasserstoff, sowie aus dem Eiweiß geringe Mengen Buttersäure. Das *filament coudé* macht Käse bitter und, infolge der Erzeugung von Baldriansäure, schlecht schmeckend und schlecht riechend. Die übrigen vier „Fermente" sind solche der Alkoholgärung und der Milchsäuregärung, ferner eine Bakterie, welche auf Kosten der Milchsäure 15 Buttersäure erzeugt, sowie schließlich ein „Harnstoffferment", d. h. eine neben löslichen Eiweißstoffen Harnstoff bildende Bakterie.

F. BENECKE (1), der die Arbeit Duclaux' nicht gekannt hat, schließt sich der Ansicht COHN's an, daß die Reifung des Käses, namentlich die auf chemischem Wege nachgewiesene Bildung peptonartiger 20 Produkte im Anfang der Reifung des Emmentalerkäses, Bakterien zu danken sei und zwar namentlich oder eigentlich ausschließlich dem *Bacillus subtilis* COHN. Er gründet seine Ansicht auf die mikroskopische Untersuchung von Käse, in welchem er gerade zu der Zeit, wenn die Bildung peptonähnlicher Substanzen vor sich geht, Stäbchenbakterien 25 beobachtete, und findet eine Stütze für sie in dem von H. BUCHNER geführten Nachweis, daß der *Bac. subtilis* sich besonders durch die Bildung peptonähnlicher Produkte auszeichnet. Die weitere Zersetzung dieser Körper in Amide und Ammoniak wird nach BENECKE's Meinung nicht von Bakterien durchgeführt, wenigstens nicht vom *Bac. subtilis*, der ja 30 auch dann, wenn diese Stoffe entstehen, also im späteren Reifestadium, nicht mehr vorhanden ist, übrigens solche Körper auch nicht erzeugt. Ebenso huldigt BENECKE in Uebereinstimmung mit COHN der Ansicht, daß die Herkunft der Bakterien im Käse dem Labzusatz zuzuschreiben ist (vergl. S. 165), denn das Lab enthält neben Hefen auch Stäbchen- 35 bakterien. Die Hefen sind im Käse kaum wiederzufinden, doch glaubt BENECKE, daß sie die Augenbildung und auch die gelegentlich vorkommende Blähung im Käse verursachen.

Auf Grund dieser Untersuchungen sowie auf Grund des schon erwähnten, von ADAMETZ, von E. VON FREUDENREICH und neuerdings von 40 BOEKHOUT und OTT DE VRIES gelieferten Nachweises, daß Käse aus erhitzter oder mit desinfizierenden Mitteln behandelter oder auch aus aseptischer Milch nicht oder nur ganz wenig reifen, war die Anschauung, daß Mikroorganismen die Urheber der Käsereifung sind, eine festbegründete, zu einem Lehrsatz verdichtete geworden und ist es auch ge- 45 blieben. Es kann sich weiter nur um die Frage handeln, welche Mikroorganismen sich an der Käsereifung beteiligen. Bevor an diese Frage herangetreten wird, mögen einige andere, das Verhalten der Bakterien im Käse im allgemeinen betreffende Verhältnisse Erörterung finden. Es sind dies die bisherigen Ermittlungen über die Mengen von Mikro- 50 organismen in den verschiedenen Käsearten sowie über die wichtigere Frage, in welcher Form die Mikroorganismen in den Käsen auftreten, ob in einzelnen Individuen oder in Anhäufungen.

Bezüglich der im Käse enthaltenen **Mengen von Bakterien** besteht die Meinung, daß die Weichkäse bakterienreicher sind als die Hartkäse, wie auch, daß sie eine größere Zahl von Bakterienarten enthalten, obwohl nicht alle für das Zustandekommen des Reifungscharakters
5 notwendig sind. So fand L. Adametz (1) in 1 g des schweizerischen Hauskäses, eines Weichkäses, etwa 5 600 000 Keime, die sich auf 11 Arten verteilten, im Emmentalerkäse dagegen nur etwa 580 000 mit 7 Arten. Neuere Untersuchungen von Hartkäsen stellen aber so hohe Zahlen von Keimen fest, daß es notwendig wäre, die älteren vergleichsweise erhaltenen
10 Angaben einer Revision zu unterziehen. So gibt E. von Freudenreich (9 u. 13) bei einem 3 Tage alten Käse die Zahl von 2—300 Millionen und bei anderen 5 Monate alten Käsen die Zahl von 146—600 Milliarden an. G. Troili-Petersson (1) findet in dem sogen. Güterkäse, einem schwedischen Hartkäse nach Emmentalerart, bei mittlerem Alter durch-
15 schnittlich ca. 354 Millionen Keime, und F. C. Harrison und W. T. Connell (1) ermittelten in dem canadischen Cheddarkäse einen Anfangsgehalt von 111—635 Millionen Keime per Gramm. Der Bakteriengehalt eines Käses, selbst der Käse gleicher Sorte, hängt aber von den verschiedensten Umständen ab und wird deshalb immer verschieden sein
20 müssen. Vor allem ist der Bakteriengehalt eines Käses von seinem Alter abhängig. Schon Adametz zeigt, daß die gleich nach der Herstellung noch nicht so sehr zahlreichen Keime bis zu einem bestimmten, noch nicht näher bekannten Stadium der Reife an Zahl stark anwachsen, dann aber wieder abnehmen, sodaß reife Käse eigentlich nicht sehr bak-
25 terienreich sind. Ebenso haben E. von Freudenreich (4) für den Emmentalerkäse und G. Troili-Petersson (1) für den schwedischen Güterkäse nachgewiesen, daß der Bakteriengehalt in den ersten Tagen nach der Herstellung am größten ist und daß er dann allmählich abnimmt. In vollständigerer Weise ist das Auf- und Absteigen der
30 Bakterienzahl im Käse von H. L. Russell und J. Weinzierl (1), sowie ferner von F. C. Harrison (1) verfolgt worden. Sie zeigen am Cheddarkäse, daß sogleich nach der Herstellung des Bruches, der sehr viel weniger Bakterien enthält als die Milch, eine geringe Abnahme der Keimzahl eintritt, die einen oder einige Tage anhält. Darauf folgt ein
35 sehr starkes Anwachsen und dann wieder ein Abnehmen, das anfangs ebenfalls sehr rasch erfolgt, bald aber in ein ganz allmähliches Verschwinden übergeht (s. *Fig. 20*). Wie vor ihnen schon E. von Freudenreich (4) beim Emmentalerkäse, so finden auch Russell und Weinzierl beim Cheddarkäse, daß das Anwachsen der Bakterienzahl hauptsächlich
40 auf die ungemein rasche Vermehrung der Milchsäurebakterien zurückzuführen ist, sowie daß mit diesem Vorgang ein ziemlich rasches Verschwinden der peptonisierenden Bakterien verbunden ist. Das von ihnen mitgeteilte Zahlenmaterial läßt es aber als wahrscheinlich erscheinen, und auch in den in der Figur wiedergegebenen Linien tritt es hervor,
45 daß in den ersten Tagen nach der Herstellung des Käses, in welchen also ein allgemeines Fallen der Bakterienzahl statthat, die peptonisierenden Bakterien nicht in gleichem Maße abnehmen wie die Milchsäurebakterien, daß also erstere im gegenseitigen Verhältnis an Zahl überwiegen, was mit den Angaben anderer Forscher, wie Adametz, Goet-
50 hart u. a. (s. S. 167 u. 170), übereinstimmen würde. Das von Russell und Weinzierl festgestellte Abnehmen der Bakterienzahl, speziell der Zahl der Milchsäurebakterien, in den ersten Tagen nach der Bereitung des Käses konnte von Harrison nicht bestätigt werden. Nach seinen Beobach-

tungen beginnt die Vermehrung der Milchsäurebakterien schon im Käsekessel, die Höchstzahl wird 2—3 Tage nach der Herstellung des Käses erreicht, und die Periode der Abnahme beginnt etwa am 13. Tage. In altem, überreifem Käse findet auch er nur wenig Bakterien, so in einem 430 Tage alten Käse 1400 Keime per Gramm. Die Abnahme der Bakterienzahl ist eine um so langsamere und gleichmäßigere, je kühler der Käse lagert.

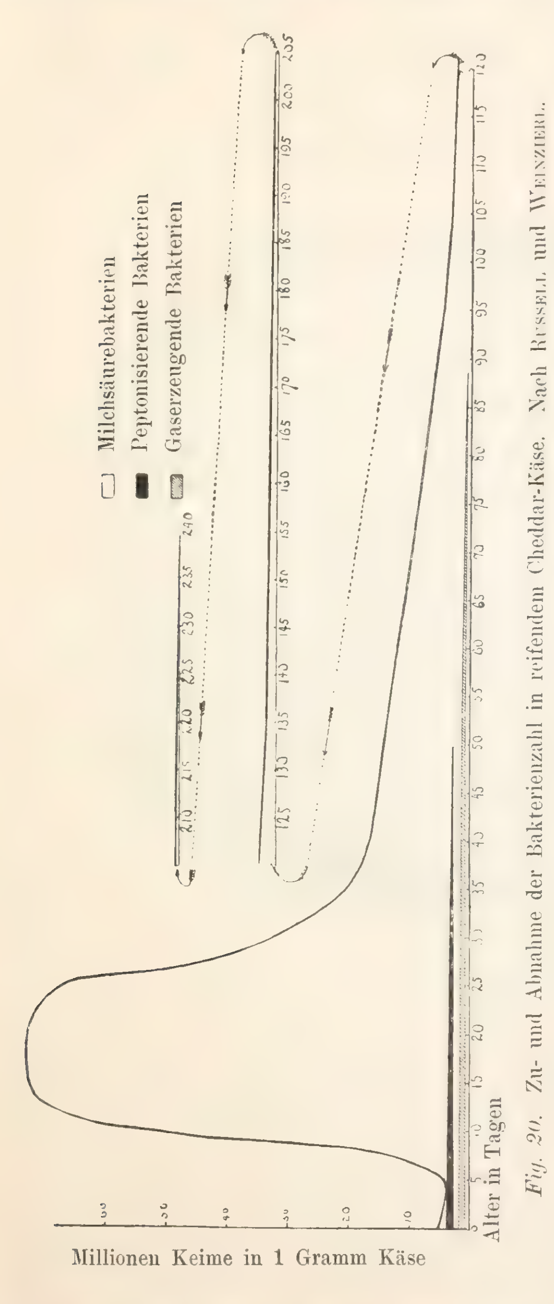


Fig. 20. Zu- und Abnahme der Bakterienzahl in reifendem Cheddar-Käse. Nach Russell und Weinzierl.

Was die bei der Zählung der Bakterien im Käse angewandte Methode anbelangt, so kommt es vor allem auf eine gute Zerteilung der Käsemasse an. Es ist zu erwarten, daß die Bakterien teilweise in die Käsemasse eingeschlossen sein werden, so daß das Resultat der Zählung hauptsächlich von der mehr oder minder vollständigen Zerteilung des Käseteiges abhängig sein muß. Mit Recht weist C. Gorini (3) darauf hin, daß das von einigen Autoren angewandte einfache Zerdrücken der Käseklümpchen mit dem Glasstab namentlich bei Hartkäsen eine ungenügende Zerkleinerung ist und daß man wenigstens das Verfahren von Russell und Weinzierl anwenden und die Käsemasse mit Sand, Zucker und Glaspulver verreiben müsse. Auch genügt es zum Zwecke einer quantitativen wie qualitativen bakteriologischen Analyse nicht, geringe Mengen Käse zu verwenden, es muß vielmehr ein größeres Stück möglichst vollkommen zerteilt werden, da, wie die Arbeiten von G. Troili-Petersson (1), C. Gorini (3) und A. Rodella (2) gezeigt haben, die

Verteilung der Bakterien im Käse keineswegs eine gleichmäßige ist. Bei der Ausscheidung des Käsebruches aus der Milch nämlich werden die in derselben enthaltenen Bakterien teilweise vom Bruch eingeschlossen und somit an einen festen Platz gebunden, während sie in der den 5 Bruchkörnern anhaftenden Molke ihre Freizügigkeit behalten und sich noch längere Zeit vermehren können. Erst wenn die Molke von den Bruchkörnern wieder aufgesogen wird und der Käse eine ziemlich einheitliche Teigmasse darstellt, werden auch sie seßhaft gemacht. Es ist nun einleuchtend und durch die Untersuchungen der genannten Forscher

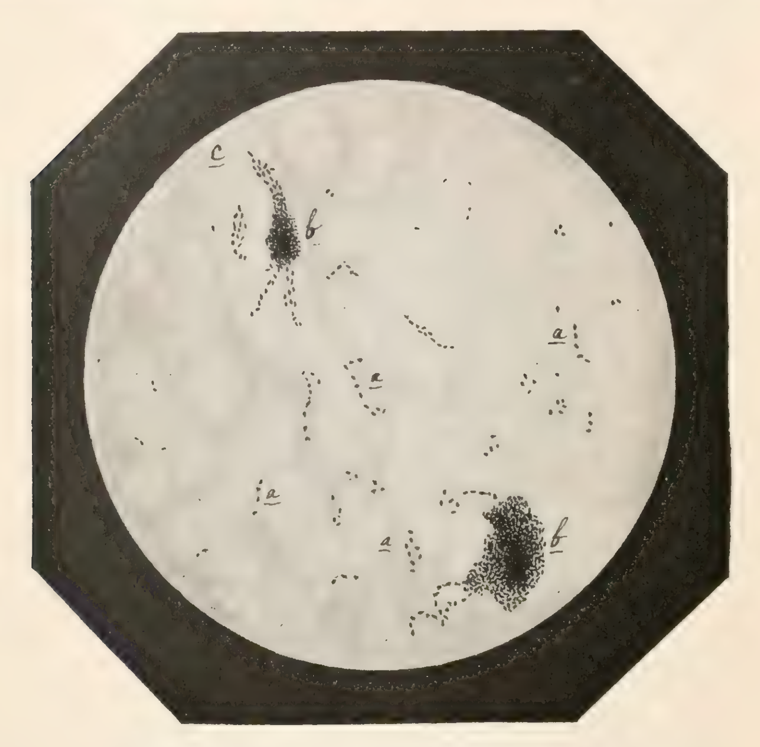


Fig. 21. Schnitt von einem 50 Tage alten Granakäse. *a* Zerstreute Bakterien. *b* Angehäufte Bakterien (Kolonien). *c* Oeffnung. Vergr. 500. Nach C. Gorini.

10 erwiesen, daß die Bakterien im Käse an den Stellen, an denen sie durch ein starkes Zusammenziehen des Bruchkornes fest eingefügt sind, sich schwach vermehren, während sie dagegen an weniger fest zusammengeschlossenen und wasserreicheren oder gar an offenen Stellen sich sowohl vermehren als auch k o l o n i e n a r t i g e A n h ä u f u n g e n 15 bilden. So konnte Troili-Petersson durch Anlegung von Schnittpräparaten des schwedischen Güterkäses zeigen, daß das Auftreten einzelner Bakterien im Käse ein sehr viel selteneres ist als das in Form von Anhäufungen an einzelnen Stellen oder von Zooglöen am Rande eines Spaltes oder Auges. Das gleiche findet Gorini (3) durch Untersuchungen 20 am Granakäse, einer Sorte Parmesankäse, sowie Rodella (2) an diesem wie auch am Emmentaler- und Gorgonzolakäse; letzterer Forscher macht auf erwärmten Objektträgern Abdrücke von Käseschnitten und färbt sie

nach der Entfettung mit Karbol-Thioninlösung. Die nebenstehende *Fig. 21* zeigt diese Verteilung der Bakterien in einem mit Alkohol gehärteten und mit Methylenblau gefärbten Käseschnitt; die Anhäufungen sind bereits bei einer schwächeren Vergrößerung sichtbar. Nach GORINI sind, wie erwähnt, die zerstreut liegenden Bakterien, wenigstens bei den älteren Käsen, seltener als die Zooglöen, in ganz frischen Käsen dagegen ist die „Zerstreuungsform" die häufigere. Er meint, daß die Bildung von Zooglöen ein Beweis für die Anpassungsfähigkeit der betreffenden Bakterienarten an den Käse als Nährboden sei, und daß man deshalb diese Bakterienarten als die richtigen Käsereifer anzusehen hätte.

Während die Einzelbakterien ziemlich gleichmäßig im Käse verteilt zu sein scheinen, treten die Zooglöen sehr ungleichmäßig auf, in einigen Schnittpräparaten sind sie sehr zahlreich, in anderen spärlich, auch sind sie bald groß bald klein. Ansiedlungen in Rissen und Löchern hat GORINI weniger oft angetroffen. Jedenfalls lassen diese Ermittlungen erkennen, daß die bakteriologische Analyse eines Käses leicht ein falsches Bild geben kann, wenn sie nicht mit einer verhältnismäßig größeren Menge gut verriebenen Käseteiges ausgeführt wird.

Wie GORINI so geht auch E. VON FREUDENREICH von der Ansicht aus, daß die in größter Zahl vorhandenen Bakterienarten die wirklichen Käsereifer sein müssen. Es dürfte dann aber für die Feststellung der Ueberlegenheit dieser oder jener Art nicht einerlei sein, in welchem Stadium der Bereitung bzw. Reifung die bakteriologische Untersuchung des Käses stattfindet, zumal es nach den Angaben GORINI's scheinen will, als ob sich die Ansiedlungen erst in einem späteren Stadium bildeten, während andererseits Anzeichen vorhanden sind, daß die bei der Reifung wirksamsten Faktoren schon bald nach der Herstellung des Käses in Tätigkeit treten.

Von älteren Forschern, wie COHN und BENECKE, wurde, wie schon erwähnt, die **Herkunft der Bakterien im Käse** auf das zur Bereitung verwendete Lab zurückgeführt. Bei Benutzung von Kunstlab ist die Vermehrung der Bakterien der Milch durch die im Lab enthaltenen wohl ohne Bedeutung. ADAMETZ (1) fand in zwei Proben eines flüssigen Labextraktes 800 und 650 Keime im ccm, E. VON FREUDENREICH in einer HANSEN'schen Labtablette durchschnittlich 40000 Keime, so daß, da mit einer Tablette 50 Liter Milch dickgelegt werden sollen, eine Zuführung von etwa 800 Keimen auf den Liter Milch träfe. Auch nach den von FR. BAUMANN (1) vorgenommenen Untersuchungen von flüssigen wie trockenen Labpräparaten würde die in der Milch vorhandene Bakterienzahl durch die mit dem Lab zugesetzte nur eine geringe Vermehrung erfahren; er berechnet, daß zu 2000 Keimen in der Milch günstigenfalls ein Keim aus dem Lab hinzukommt. Mit Ausnahme besonderer Käsesorten, wie Schweizerkäse und seiner Spezialitäten, wird in Kulturländern zur Käsebereitung jetzt fast ausschließlich Kunstlab verwendet, so daß also von einem Einfluß der Bakterienflora des Labes auf die Käsereifung im allgemeinen nicht gesprochen werden kann. Die Bereitung der Käse nach Schweizer Art unter Verwendung von Kunstlab ist wohl möglich, doch ist dieselbe nach den gemachten Erfahrungen keineswegs so sicher als beim Gebrauch des mit Hilfe von saurer Molke selbst bereiteten Naturlabes. Mit diesem wird der Milch nicht bloß, wie schon oben erwähnt, mehr Pepsin als mit dem Kunstlab zugeführt, sondern vor allem eine große Zahl von Bakterien. Nachdem schon ADAMETZ gezeigt hat, daß das Naturlab beträchtliche Mengen von Keimen enthält

— in zwei Proben sind 640 000 und 900 000 im Kubikzentimeter gefunden worden —, wies namentlich Fr. J. Herz (1) auf die Bedeutung der Bakterien des Labextraktes hin. Nach ihm käme auf jeden Kubikzentimeter Milch ein Zusatz von 2—300 000 Keimen, denen erfahrungs-
5 gemäß ein günstiger Einfluß auf den Verlauf der Reifung zukommen muß. E. von Freudenreich und O. Jensen (2) bestätigen nicht nur die starke Vermehrung der Keimzahl der Milch durch die Bakterien des Naturlabes — nach ihren Untersuchungen wird die erstere durch den Labzusatz mindestens verdoppelt — sie sind sogar, wie Cohn und
10 Benecke, der Ansicht, daß die eigentlichen Käsereifungsbakterien nicht in der Milch, sondern im Lab enthalten sind; freilich sehen sie als Käsereifer nicht den *Bacillus subtilis* oder diesem verwandte Bakterien (*Tyrothrix*-Arten) sondern gewisse Milchsäurebakterien an. Ganz das gleiche ergeben die Ermittlungen von A. Peter (1), während dagegen
15 C. Bächler (1) den Wert der Verwendung von Naturlab nur in der Unterstützung der Labwirkung durch die in ihm enthaltene Säure sieht.

§ 46. Die Bedeutung der peptonisierenden Bakterien für die Käsereifung.

Der Umstand, daß die Käsereifung in der Hauptsache eine Auf-
20 lösung und Zersetzung des Käsestoffes der Milch ist, hat die Aufmerksamkeit der mit diesem Vorgange sich beschäftigenden Forscher schon von Anfang an auf die peptonisierenden Bakterien gelenkt. Wie schon auf S. 161 erwähnt, waren bereits Cohn und Benecke der Ansicht, daß Bakterien von der physiologischen Wirkung des *Bacillus subtilis* dabei
25 wirksam sein müßten. Ganz besonders ist aber E. Duclaux durch seine ausführlichen Untersuchungen der Begründer der Theorie, daß aerobe caseinlösende Bakterien der Heubazillengruppe die Erreger des Käsereifungsprozesses seien, weshalb er auch dieser Gruppe den Gattungsnamen *Tyrothrix*, Käsefaden, beigelegt hat. Der Reifungsprozeß stellt sich
30 ihm, abgesehen natürlich von den aus der Fabrikationsweise resultierenden Verschiedenheiten bei den einzelnen Käsesorten, als ein gemeinsames, in verschiedenen Phasen sich abspielendes Werk dieser Bakterienarten dar. Sie wirken nicht alle gleichzeitig sondern nacheinander, indem eine Art der anderen das Feld räumt oder wenigstens das von jeder Art produ-
35 zierte und ihm eigentümliche Enzym (Casease) erst dann in die Stufenfolge der Zersetzungen des Caseins eingreift, wenn es befähigt ist, die bisher erreichte Stufe noch weiter abzubauen (Metabiose).

Diese von Duclaux gegebene Erklärung des Käsereifungsvorganges als eines allmählichen Abbaues des Caseins durch solche Bakterien,
40 welche ein trypsinähnliches Enzym abscheiden, ist in der Folge von manchen Forschern auf diesem Gebiete beibehalten und weiter ausgebaut, von anderen aber entschieden bekämpft worden, und es hat sich daran ein bis in die neueste Zeit heraufreichender wissenschaftlicher Streit geknüpft, der in der Frage gipfelt, in welcher physiologischen
45 Gruppe von Bakterien man die Erreger der Käsereifung zu suchen habe. Der treueste Anhänger der Duclaux'schen Tyrothrix-Theorie ist wohl L. Adametz. Schon in seiner ersten, bereits auf S. 162 angeführten Arbeit über die Bakterienflora des schweizerischen Hauskäses und des Emmentaler Käses läßt er (1) erkennen, daß er die kräftige Auf-
50 lösung des Käsestoffes im Weichkäse den in diesem in überwiegender

Menge enthaltenen sogen. verflüssigenden Bakterien zuschreibt, diese also als die hauptsächlichsten Käsereifer ansieht. Er fand im reifen Käse neben 3 Hefen-(*Torula*-)Arten 19 Spaltpilzarten, welche entweder Paracasein lösten oder die Umsetzungsprodukte dieser weiter verarbeiteten, und das Verhältnis dieser zu den nicht verflüssigenden 5 Bakterien betrug im reifen Hauskäse, also dem Weichkäse, 1 : 90 bis 1 : 200 gegenüber 1 : 300 bis 1 : 600 im Emmentaler Käse. Im Verhältnis zu späteren Reifestadien sind die verflüssigenden Bakterien im frischen Emmentaler Käse ebenfalls in größerer Menge enthalten (1 : 16 bis 1 : 40); aber schon nach 8—14 Tagen verschwindet ein Teil der verflüssigenden 10 Bakterien, um den Milchsäurebakterien Platz zu machen, bis in reifen Käsen das oben angeführte Verhältnis und in ganz alten Käsen das von 1 : 150 zustande kommt. Den *Bac. subtilis*, den BENECKE gefunden haben wollte, traf ADAMETZ nicht an, ebensowenig *Bac. butyricus* HUEPPE, das *Clostridium butyricum* nur ein einziges Mal; dagegen isolierte er einige 15 andere Bakterien, welche Buttersäure und Geruch nach Käse in Milch erzeugen.

E. VON FREUDENREICH (4) fahndete bei seinen ersten Untersuchungen am Emmentaler Käse ebenfalls nach verflüssigenden Bakterien, namentlich nach den von DUCLAUX als Käsereifer charakterisierten 20 *Tyrothrix*-Arten, es gelang ihm jedoch nicht, letztere in großer Zahl anzutreffen, vielmehr fand er, wie auch schon ADAMETZ, in weit überwiegender Menge Milchsäurebakterien sowie allerdings eine verflüssigende, aber der Gattung *Tyrothrix* nicht angehörende Bakterie, einen verflüssigenden Kokkus, der, wie schon auf S. 73 erwähnt, dem 25 KRUEGER'schen *Micrococcus acidi lactici* sowie dem als ständigen Bewohner der aseptisch gemolkenen Milch bekannten Kokkus (*Coccus varians* der Amerikaner?) sehr nahe zu stehen scheint (vergl. auch S. 13). Bei weiteren, drei Jahre später mitgeteilten Untersuchungen konnte E. VON FREUDENREICH (3) in etwa der Hälfte aller Analysen neben Milchsäure- 30 bakterien die Anwesenheit von verflüssigenden Spaltpilzen konstatieren, in einzelnen Käsen mehr, in anderen weniger, und, was die Angaben von ADAMETZ bestätigt, in frischen Käsen in verhältnismäßig sehr viel größerer Anzahl als in älteren Käsen. Die Arten, zu welchen die vorgefundenen verflüssigenden Bakterien gehörten, waren hauptsächlich der 35 schon erwähnte verflüssigende Kokkus, dann *Bac. megaterium*, *Tyrothrix tenuis* und ein weiterer, noch unbestimmter Bazillus (*Bac. 1*). In reifen französischen Weichkäsen (Brie, Camembert, Servette) fanden sich keine verflüssigenden sondern fast nur Milchsäurebakterien und daneben Hefen und *Oidium lactis*. Diese Befunde, also das völlige Ueberwiegen 40 der Milchsäurebakterien und das seltenere Auftreten bezw. die fast völlige Abwesenheit von verflüssigenden Bakterien in reifen Käsen, führten E. VON FREUDENREICH (3) zu dem Schluß, daß letztere Organismen an der Käsereifung nicht beteiligt sein könnten, diese vielmehr, wenn nicht einzig und allein, so doch hauptsächlich, das Werk von Milchsäure- 45 bakterien sein müsse.

An dieser Anschauung war E. VON FREUDENREICH selbst freilich eine Zeitlang irre geworden. Versuche, die dahin zielten, aus aseptischer und pasteurisierter, sowie aus gewöhnlicher Milch nach Einimpfung größerer Mengen der aus dem Emmentaler Käse isolierten Milchsäurebakterien ein 50 reifendes Produkt zu erhalten, waren ohne befriedigenden Erfolg; sie allein waren also nicht imstande, die Käsereifung zu vollziehen. Als dann E. VON FREUDENREICH in Gemeinschaft mit E. GFELLER (1) gelegentlich weiterer

Untersuchungen auch anaerobe, clostridienbildende Bakterien fand, von denen die eine etwas Buttersäure, die andere, *Clostridium foetidum lactis* genannte, einen intensiven, an Limburger Käse erinnernden Geruch erzeugte, hielt ersterer (5) es für möglich, daß die Erreger des Käsereifungsprozesses teilweise unter den obligat anaeroben Bakterien zu suchen seien. In dieser vorübergehend angenommenen Meinung war E. von Freudenreich bestärkt worden, als Weigmann (2 u. 4) das häufigere Vorkommen zweier peptonisierender, in Symbiose lebender Bakterien in einer Anzahl von Käsen, darunter auch im Emmentaler Käse, nachwies, von denen die eine mit dem Freudenreich'schen *Clostr. foetidum lactis* identisch war. Selbst die Mitwirkung aerober, wenn auch nicht gerade der Gattung *Tyrothrix* angehörender, peptonisierender Bakterien an der Käsereifung hielt E. von Freudenreich (6) eine Zeitlang für sehr wohl möglich, als Weigmann auf die caseinlösende und spezifischen Käsegeruch erzeugende Wirkung einiger solcher Bakterien hingewiesen hatte. So konnte letzterer bei einer Behandlung der Milch, wie sie bei der Fabrikation des Emmentaler Käses statthat, beim sogen. Nachwärmen auf ca. 55° C nämlich, einen verflüssigenden Kokkus isolieren, der das Casein der Milch unter Bildung eines ganz charakteristischen, feinen, an Emmentaler Käse erinnernden Geruches auflöst. Ein aus pasteurisierter Milch nach ganz anderer Methode, jedoch unter Zusatz einer Zucht dieses Kokkus hergestellter Käse nahm völlig den Geschmack und Geruch eines Emmentaler Käses an. E. von Freudenreich glaubte, diesen verflüssigenden Kokkus mit dem von ihm regelmäßig angetroffenen identifizieren zu müssen und war schon damals geneigt, Weigmann darin zuzustimmen, daß diesem Kokkus eine Rolle bei der Reifung des Emmentaler Käses zugeschrieben werden müsse.

H. Weigmann hatte aber außer diesem Kokkus noch einige mit einem spezifischen, an bestimmte Käsesorten erinnernden Geruch und Geschmack ausgerüstete Bakterienarten kennen gelernt. So fand er einen verflüssigenden Bazillus, der die Milch unter Erzeugung eines mehr fauligen Käsegeruchs, wie er dem nicht ganz reifen Wilstermarschkäse zu eigen ist, auflöst — E. von Freudenreich hielt diesen Bazillus für identisch mit seinem zuvor erwähnten verflüssigenden *Bacillus 1* aus Emmentaler Käse — und ferner einige aus sogen. langer Wei herausgezüchtete Bakterien, welche Milch unter Bildung eines typischen Edamer Käsegeruches zersetzten. Auf diese Befunde gründete Weigmann eine Theorie der Käsereifung, wonach in jeder Milch „Caseasebakterien", d. h. Käsestoff lösende Bakterien, und „eigentliche Käsebakterien", d. h. Caseasebakterien, welche einen allgemeinen typischen Käsegeruch erzeugen, vorhanden sein müssen und daß diese beiden physiologischen Gruppen von Käsereifern verschiedenen natürlichen Gruppen oder Gattungen von Bakterien angehören können, auch nicht nur aerobe oder *Tyrothrix*-Arten oder nur anaerobe Bakterien zu sein brauchen. Neben diesen Casease- und eigentlichen Käsebakterien nimmt Weigmann dann noch Käsebakterien mit spezifischem, an bestimmte Käsesorten erinnernden Käsegeruch an. Er geht dabei von der Anschauung aus, daß die hauptsächlichsten Merkmale der Käsereifung eben die Auflösung des Käsestoffes und die Erzeugung eines Käsegeruchs und Käsegeschmacks sind, und daß diejenigen Bakterien, welche diese Merkmale hervorrufen, die wirklichen Käsereifer selbst dann sein müssen, wenn sie in der Minderzahl sind, bezw. im reifen Käse nicht mehr gefunden werden. Den Milchsäurebakterien schreibt Weigmann keine Reifungswirkung in dem

obigen Sinne, wohl aber eine andere wichtige Rolle zu. Der von ihm und anderen Autoren geführte Nachweis, daß wenigstens die auch bei der Säuerung im Käse in Betracht kommenden Milchsäurebakterien der Sammelart *Streptococcus lacticus* nur ein ganz minimales Peptonisierungsvermögen besitzen (vergl. S. 100), ließ für diese Milchsäurebakterien eine Rolle als Käsereifer nicht zu.

Die von ihm selbst gemachte Beobachtung, daß peptonisierende Bakterien auch im Emmentaler Käse häufiger vorkommen, sowie die von seinen Gegnern erhobenen Einwände gegen die Milchsäurebakterien-Theorie veranlaßten E. von Freudenreich unter Mitwirkung von O. Jensen (1), des öfteren Käsungsversuche mit peptonisierenden Bakterien zu machen. Es wurde dazu pasteurisierte Milch benutzt, welcher Zuchten von *Tyrothrix*-Arten hinzugefügt wurden. Die Resultate waren insofern ungünstig, als die so gewonnenen Käse des Emmentaler Käsegeschmackes und der für diese Käse charakteristischen Umsetzungsprodukte entbehrten, wodurch E. von Freudenreich den Beweis erbracht zu haben glaubte, daß diese Gattung von Bakterien die Reifung des Emmentaler Käses nicht bewirken könnten. Er übersah dabei aber, daß die Käse aus pasteurisierter und geimpfter Milch besser gereift d. h. gelöst waren als die aus gleicher aber nicht geimpfter Milch, und er übersah ferner, daß die sich darbietende Reifungserscheinung an den künstlichen Käsen nur die Wirkung einer Bakterienart war und deshalb eine beschränkte und einseitige sein mußte. Der Umstand, daß die Käse mit *Tyrothrix tenuis* von weicher Beschaffenheit und von bitterem Geschmack waren, ist gerade ein Zeichen dafür, daß sie, wenn auch einseitig, gereift waren.

Eine andere peptonisierende Bakterie, welche bei der Zersetzung des Käsestoffes einen spezifischen, an Emmentaler Käse erinnernden Käsegeruch erzeugt, hat L. Adametz (2) unter Mitarbeit von V. von Klecki gefunden. Der der *Tyrothrix*-Gruppe angehörende Bazillus, — wegen des edlen Käsegeschmackes, den er erzeugt, *Bacillus nobilis* genannt, — stammt aus Käsen bester Qualität und hatte, in Kultur zur Milch hinzugefügt, sowohl bei Versuchen im kleinen wie bei solchen in einer Käserei eine Verbesserung der Qualität der Käse zur Folge. Da eine Wiederholung der Versuche in einer zweiten Käserei in Gemeinschaft mit Winkler (1) gleich günstigen Erfolg hatte, schien die Brauchbarkeit des *Bac. nobilis* als Erreger des feinen Emmentaler-Käsegeschmackes für Adametz (3) außer Zweifel zu sein, so daß er die handelsgemäße Herstellung von Trockenkulturen der Bakterie unter der Bezeichnung Tyrogen veranlaßte. Versuche aber, die in der Schweiz mit diesen Kulturen angestellt wurden, hatten nach den darüber erstatteten Berichten von E. von Freudenreich (7 u. 8) und G. Troili-Petersson (2) wenig günstige Erfolge, so daß von den schweizerischen Forschern dem *Bac. nobilis* jeglicher Wert als spezifische Reifungsbakterie des Emmentaler Käses abgesprochen wird. Ob das gerechtfertigt ist, darüber könnten wohl nur weitere unparteiische Versuche entscheiden, da die letztgenannten Forscher zu großes Gewicht auf das Verhalten der *Tyrothrix*-Bakterien zu den Milchsäurebakterien legen und die Mitwirkung der Enzyme derselben ganz außer acht lassen. Es ist überhaupt auffallend, erklärt sich aber allerdings aus dem Streit: hier Tyrothrix, hier Milchsäurebakterien, daß die schweizerischen Forscher ihr Augenmerk immer nur auf die *Tyrothrix*-Bakterien richten, während es doch nahe gelegen hätte, der positiven Wirkung anderer peptonisierender Bakterien oder, wie Weigmann es präcisiert, der Käsebakterien mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden. E. von

Freudenreich (3) hatte bereits in früheren Arbeiten der Möglichkeit der Mitwirkung seines „verflüssigenden Kokkus" (von Jensen [3] neuerdings *Micr. casei liquefaciens* E. von Freudenreich benannt) gedacht und hatte demselben in der Diskussion mit Weigmann sogar einen recht erheblichen Einfluß zuschreiben zu müssen geglaubt. Nachher hat er ihn leider wieder aus dem Auge verloren und den Milchsäurebakterien fast einzig und allein die Rolle als Käsereifer zuerteilt, bis er erst neuerdings wieder auf seine Mitwirkung zurückkommt.

Diesen Uebergang zur Anerkennung der peptonisierenden Bakterien als der hauptsächlichsten Käsereifer ebnet in vorzüglicher Weise O. Jensen (2) durch Beibringung reichlichen Materials. Dieser nimmt bei der Reifung der Weichkäse vor allem die Mitwirkung der peptonisierenden Mikroorganismen und ihrer Enzyme in Anspruch, er gibt dieselbe aber auch bereits für den Emmentaler Käse zu, indem er dem *Microc. casei liquefaciens*, diesem „einzigen echten peptonisierenden Mikroorganismus im Emmentaler Käse", die Bildung löslicher Proteinstoffe zuschreibt, während den Milchsäurebakterien *Bac. casei α* und *Bac. casei ε*, den beiden, nach der Ansicht E. von Freudenreich's und Jensen's hauptsächlichsten Käsereifern für die Hartkäse, die Umbildung des Caseins und wahrscheinlich auch der vom eben genannten Mikrokokkus erzeugten löslichen Proteinstoffe in die namentlich im Emmentaler Käse in großer Menge vorkommenden Eiweißzersetzungsprodukte (sehr viel Aminosäuren und etwas Ammoniak) zukommt. Jensen weist mit Recht auf die ungemein starke Vermehrung des *Microc. casei liquefaciens* gerade in den ersten Tagen nach der Herstellung des Käses und die Wirkung der von ihnen abgeschiedenen Enzyme hin; ja diese reicht noch über das Leben der Bakterien, das bald nachher unterdrückt werden soll, lange hinaus, da zu den von den lebenden Bakterien abgeschiedenen Enzymen noch die durch die Auflösung der Bakterienleiber freigewordenen hinzutreten. Jensen sieht daher auch die Reifung der Hartkäse als das Werk der in der ersten Zeit von den Bakterien erzeugten Enzyme an und nähert sich so der Theorie von Babcock und Russell, nur daß auch er die Galactase als ein Produkt der verflüssigenden Kokken der Milch im Euter ansieht und zu der noch unzureichenden Wirkung dieses Enzyms noch die Wirkung der Enzyme der zu ungeheurer Menge vermehrten verflüssigenden Kokken hinzutreten läßt.

Für die starke Zunahme der peptonisierenden Bakterien im Anfang der Reifung liegen übrigens mehrfache Belege vor. So gibt J. W. C. Goethart (1) an, daß er bei der Bereitung von Edamer Käsen ein Ansteigen des Prozentsatzes an verflüssigenden Keimen sowohl in der Milch des Käsekessels wie namentlich in der von den frischen Käsen ablaufenden Molke beobachtet habe. Während die frische Milch 2,4 Proz. verflüssigende Bakterien enthielt, finden sich in der Molke nach dem Schneiden des Bruches 3,5 Proz. vor, und gegenüber 2,1 Proz. solcher Bakterien in der ersten vom Käse ablaufenden Molke enthält die letzte Portion, also nach vollendetem Pressen, 22,6 Proz. der Gesamtzahl. Auch aus dem bakteriologischen Analysenmateriale E. von Freudenreich's selbst ergibt sich, daß in den jungen, wenige Tage alten Emmentaler Käsen größere Mengen von verflüssigenden Bakterien enthalten sind. G. Troili-Petersson (1) spricht sogar von einem Uebergewicht der verflüssigenden Bakterien in solchen Käsen, und A. Peter (1) findet auf allen Kulturen, die er nach dem Ausrühren des Käsebruches — welches

auf das nahezu einstündige Nachwärmen auf 55° C, auf das „Brennen", folgt — angelegt hat, ausschließlich die Kolonien des ovalen schwach verflüssigenden Kokkus; vergl. Weigmann auf S. 168. Es sprechen demnach ausreichende Gründe dafür, daß auch bei den Hartkäsen und nicht zum wenigsten beim Emmentaler Käse die peptonisierenden Bakterien und 5 durch sie ihre Enzyme eine ganz bedeutende Rolle spielen.

Zu den Anhängern einer solchen Anschauung gehören ferner auch J. Schirokich (1), R. Chodat und N. O. Hofmann-Bang (1) sowie auch S. M. Babcock und H. L. Russell (1), da sie ebenfalls von den Käsereifungsbakterien erwarten, daß sie kräftig peptonisieren und zugleich Käse- 10 geruch erzeugen, was bis jetzt an Milchsäurebakterien nicht, sondern nur an aeroben und anaeroben verflüssigenden Bakterien beobachtet worden ist.

Ebenso muß C. Gorini (1 u. 2) mit hierher gerechnet werden. Wie schon erwähnt, schreibt er die Reifung des Emmentaler Käses wie auch anderer Käse insbesondere der Wirkung einer Bakteriengruppe 15 zu, welche bei gleichzeitiger Bildung von Säure sowohl ein Labenzym wie auch ein peptonisierendes Enzym produzieren, Milch also bei saurer Reaktion auflösen; Gorini hat bereits im Jahre 1894 auf sie aufmerksam gemacht (vergl. auch S. 84 u. 153). Ob das dabei tätige peptonisierende Enzym peptischer Natur ist, wie F. W. J. Boekhout und 20 J. J. Ott de Vries (2) aus der Wirksamkeit bei saurer Reaktion schließen, oder trypsinartig ist, wie Gorini (2) und O. Jensen (3) von solchen säure- und labbildenden Bakterien annehmen, muß noch entschieden werden. Solche Bakterien sind in jeder Milch in ziemlicher Menge vorhanden und finden sich namentlich in der aseptisch gemolkenen 25 Milch. E. von Freudenreich und J. Thöni (1) haben eine Anzahl von ihnen näher studiert und bei ihnen vier verschiedene Typen, jeder mit einigen Varietäten, wahrnehmen können. Zu dem Typus IV, demjenigen, unter welchem die Käsegeruch erzeugenden weißen Kokken rubriziert sind, ist neben der in aseptischer Milch gefundenen Varietät *a* auch der 30 verflüssigende Kokkus aus Käse, *Micr. casei liquefaciens*, zu rechnen. Er zeichnet sich vor der Varietät *a* durch die Bildung eines kräftigeren Käsegeschmackes aus, peptonisiert aber scheinbar nicht so intensiv. Die von ihm in Milch und an ihren Bestandteilen hervorgerufenen Umsetzungen sind nach Jensen folgende: Aus den Eiweißstoffen werden 35 Peptone und tiefere Zersetzungsprodukte gebildet, erstere bei mäßiger Temperatur (20° C) mehr als bei Bruttemperatur. Pepton wird dann in Valeriansäure und Buttersäure, sowie auch etwas Essigsäure und Ameisensäure umgebildet. Da aber Milchsäure vorhanden ist, welche neben Essigsäure und Propionsäure aus Milchzucker entsteht, so werden 40 bei der Umsetzung der Milch die aus den Eiweißstoffen gebildeten Peptone nur wenig angegriffen, und die Milch enthält nur Buttersäure und Valeriansäure sowie etwas Ammoniak. Der *Bac. nobilis* erzeugt nach Jensen (3) ähnliche Umsetzungsprodukte, doch scheint er die Eiweißstoffe tiefgreifender zu zersetzen. Dabei entsteht, wie L. Adametz und T. Chrzaszcz (1) 45 festgestellt haben, auch ein alkaloidartiger Körper, der sich zugleich auch im Emmentaler Käse vorfindet, was Adametz als einen untrüglichen Beweis dafür ansieht, daß die Reifung des Emmentaler Käses durch *Tyrothrix*-Bakterien und speziell durch *Bac. nobilis* erfolgt. Eingehenden Vergleichen ist es vorbehalten, festzustellen, inwieweit *Bac.* 50 *nobilis* und *Micr. casei liquefaciens* (mit dem der Weigmann'sche Kokkus offenbar identisch ist) verwandt sind.

Eine andere verflüssigende Milchsäurebakterie, die dem verflüssigenden

Kokkus E. von Freudenreich's vermutlich sehr nahe steht, ist von F. W. J. Boekhout und J. J. Ott de Vries (2) beschrieben worden und wird von diesen als der hauptsächlichste Erreger der Reifung des Cheddarkäses angesehen. Es erscheint dies ganz außerordentlich wahrscheinlich, wenn man in Betracht zieht, daß dieser Käse in gewissem Grade ein Sauermilchkäse ist. Auch würde sich auf diese Weise die von den amerikanischen Forschern S. M. Babcock und H. L. Russell und ihren Mitarbeitern Vivian und U. S. Baer (1) wieder in Anregung gebrachte Kältereifung der Käse einfach erklären, da die verflüssigenden Milchsäurebakterien bezw. die säure- und labbildenden Bakterien noch bei recht niedriger Temperatur wachsen und namentlich ihre Enzyme bei der Kältereifungstemperatur (s. S. 160) von wenig über 0° noch wirksam sind. E. von Freudenreich (9) teilt diese Ansicht ebenfalls, findet aber, daß Emmentaler Käse bei so niedriger Temperatur nicht reifen. Er hat bei seinen Untersuchungen einerseits die Käse zu früh der kalten Temperatur ausgesetzt, also die Enzyme nicht in genügendem Maße entstehen lassen, andererseits ihre Wirkung nicht völlig abgewartet. Derjenige Käse, welcher 24 Stunden einer Temperatur von ca. 20° C ausgesetzt war, zeigte sehr wohl Reifung, und ferner ist es eine allen Praktikern bekannte Tatsache, daß die Reifung eines im Kälteraum befindlichen Emmentaler Käses sehr langsam fortschreitet.

§ 47. Die Reifung der Käse von außen.

Bei den Sauermilchkäsen und den Weichkäsen schreitet die Reifung von außen nach innen fort, wie ein Schnitt durch einen halbreifen Käse überzeugt. Man erkennt deutlich einen weißen, mehr oder weniger bröckeligen und quarkähnlichen, säuerlich schmeckenden Kern sowie eine von der Rinde ausgehende hellere, farblosere Schicht, welche von weicher, zusammenhängender Beschaffenheit ist und den typischen Käsegeruch und Käsegeschmack hat, „reif" ist. Nach der *Tyrothrix*-Theorie ist die Erklärung für diese Erscheinung darin gegeben, daß der Reifungsprozeß eine Folge der Tätigkeit aerober peptonisierender Bakterien ist, die außen, an der der Luft zugänglichen Rinde, natürlich kräftiger ist als in dem sauerstoffreien Innern. L. Adametz (1) hat auch in der reifen „Speckschicht" des schweizerischen Hauskäses eine größere Zahl von Bakterien und wie schon erwähnt besonders eine größere Zahl verflüssigender Bakterien nachgewiesen (das Verhältnis dieser Bakterienklasse gegenüber den anderen betrug in der Speckschicht 1 : 90 bis 1 : 160 und im Innern 1 : 150 bis 1 : 200). Ferner haben Adametz und später Jensen (1) gezeigt, daß die Bildung einer Speckschicht, also auch die Reifung, bei Weichkäsen unterbleibt, wenn der Luftzutritt gehindert wird. Nach H. Weigmann (3 u. 4) bedarf es zur Beseitigung des zwischen den aeroben verflüssigenden bezw. den anaeroben Bakterien und den Milchsäurebakterien bestehenden Antagonismus der Vermittlung säureverzehrender Eumyceten. Ueberzeugende Belege für diesen Reifungsvorgang bei den Weichkäsen wie für das Zusammenwirken der verschiedenen Organismen dabei bringt St. Epstein (1) durch seine Untersuchungen am Camembert- und Brie-Käse. Er zeigt, wie beim Camembert der innere unreife Kern fast nur Milchsäurebakterien enthält, die reife und weiche äußere Schicht dagegen nur eine *Tyrothrix*-Art, wobei der zwischen den beiden Bakteriengruppen bestehende Antagonismus entweder durch die Umsetzungsprodukte

der letzteren Gruppe oder durch eine vorübergehende Vermittlung von *Oidium lactis* aufgehoben wird, ferner, wie im Brie-Käse die *Tyrothrix*-Bakterien durch einen Eumyceten, *Penicillium album*, ersetzt sind. Auch O. Jensen (1) bringt durch seine ausführlichen, mit Hilfe der auf S. 157 erwähnten Formalin-Aetherprobe ausgeführten chemischen Untersuchungen Beweise dafür, daß bei den Limburger und Romadour-Käsen die äußeren Schichten mehr caseinlösende Enzyme enthalten als der Kern, daß deshalb die Reifung dieser Käse durch die an der Oberfläche tätigen Organismen besorgt wird. In den ersten Tagen nach der Herstellung ist wegen des hohen Säuregehaltes das Pepsin der einzige Reifungsfaktor. Durch die zuerst an der Oberfläche und dann in der Randschicht gebildeten Zersetzungsprodukte, speziell durch das Ammoniak, wird darauf aber die Abstumpfung der Säure bewirkt, und damit ist den an der Oberfläche wachsenden Mikroorganismen die Möglichkeit gegeben, vermittelst ihrer Enzyme die Auflösung des Caseins herbeizuführen.

Damit ist die bekannte Tatsache der Reifung der Weichkäse von außen nach innen auch wissenschaftlich erklärt. Dagegen befindet sich die Frage, ob auch die Hartkäse von außen nach innen reifen, noch im Stadium der Diskussion, richtiger gesagt, man nimmt bis heute noch ziemlich allgemein an, daß dies gleichmäßig durch die ganze Masse erfolge. Von vornherein sollte man erwarten, daß die Hartkäse sich nicht anders verhalten werden als die Weichkäse, und man wird annehmen dürfen, daß sich der Reifungsvorgang bei ihnen auch in seinem ganzen Wesen mehr dem bei letzteren nähert, je mehr sie sich im Wassergehalt gleichkommen. Die meisten hierher gehörigen Untersuchungen sind jedoch an Emmentaler Käsen, also an dem nahezu härtesten und trockensten der Hartkäse, vorgenommen worden. Die chemischen Untersuchungen von F. Benecke und E. Schulze (1) machten es wahrscheinlich, daß der Emmentaler Käse eher von innen nach außen als in umgekehrter Richtung in der Reifung vorwärts schreite, und auch O. Jensen hat bei einem $2^1/_2$ und einem 5 Monate alten Käse im Innern mehr chemische Umsetzungsprodukte (lösliche Stickstoffsubstanzen, Aminosäuren und Ammoniak) gefunden als in der Rinde. Ferner haben die Untersuchungen von G. Troili-Petersson sowie von C. Gorini keine Beziehungen in der Anzahl der Bakterienanhäufungen und der Bakterienzahl überhaupt zwischen den äußeren und den inneren Teilen erkennen lassen. Dagegen scheinen die Praktiker mehr der Meinung zu sein, daß der Emmentaler Käse außen etwas rascher reife als innen. C. Bächler (1) weist darauf hin, daß die Käsemasse mit fortschreitender Reifung vom Rande her etwas heller wird und daß diese helleren Teile den Geschmack bereits verändert haben, während die mittleren Teile noch den milden Geschmack des ungereiften Käses besitzen. L. Adametz, der ein besonders eifriger Verfechter der Ansicht von der Außenreifung der Hartkäse ist, stützt sich dabei ebenfalls auf das Urteil von Praktikern, während allerdings E. von Freudenreich (1) von solchen die gegenteilige Ansicht gehört hat. Für die Erklärung Bächler's spricht aber eine Beobachtung F. Schaffer's (1) bei der Durchleuchtung von Emmentaler Käse mit Röntgenstrahlen zwecks Studiums der Lochbildung (vergl. über diese d. 13. Kap.). Es hat sich dabei gezeigt, daß die sogen. Augen überall da entstanden, wo die Käsemasse infolge eintretender Reifung (Auflösung) lichtdurchlässiger geworden war, weshalb Schaffer Reifung und Augenbildung für untrennbare Prozesse hält. Diese Augenbildung und somit auch die Reifung hat aber am Rande des Käses be-

gonnen und setzte sich dann erst im Verlaufe von etwa 14 Tagen nach der Mitte hin fort.

Der hauptsächlichste Gegner der These von der Reifung der Hartkäse von außen her ist, wie schon angedeutet, E. von Freudenreich (1). Er zeigt zunächst, daß die oberflächliche Schicht des Emmentaler Käses keine *Tyrothrix*-Bakterien enthält (wohl aber finden sich fast immer *Oidium lactis* und der bekannte Freudenreich'sche verflüssigende Kokkus vor). Vor allem aber bringt er als Beweis gegen die Reifung von außen die Resultate von Versuchen mit Käsen, welche unter Luftabschluß gehalten wurden. Alle diese Käse zeigten eine gleichmäßige innere Reifung und typischen Emmentaler Käsegeschmack: der Reifungsfaktor für diesen Käse, wie für die Hartkäse überhaupt, muß sich demnach im Innern des Käses finden. G. Troili-Petersson (2) kann ebenfalls in der Rindenschicht des Emmentaler Käses nicht ausnahmsweise viel *Tyrothrix*-Bakterien feststellen, sie bestätigt aber die Resultate E. von Freudenreich's bezüglich des Vorkommens großer Mengen des verflüssigenden Kokkus. Geradezu ein Anhänger der These von der stärkeren Reifung des Emmentaler Käses von außen ist unbewußt O. Jensen (3). Unter Hinweis auf die schon erwähnte starke Vermehrung des verflüssigenden Kokkus (*Microc. casei liquefaciens*) in den ersten Tagen nach der Herstellung, die im Innern des Käses zu Millionen, in den äußeren Schichten sogar zu Milliarden per Gramm ansteigt, sagt er, daß die von dieser Unmenge von Bakterien schon während des Lebens abgeschiedenen und nach dem Tode aus den aufgelösten Leibern austretenden Enzyme sich für die Reifung geltend machen müßten. Da aber die Enzyme von den äußeren Partien des Käses nach den inneren vordringen, so geht der Hauptanstoß zur Reifung von der Rinde aus. Die gleiche Ansicht spricht A. Rodella (2) in seiner neuesten Arbeit aus.

§ 48. Die Milchsäurebakterien als Käsereifer.

Wie auf S. 167 erwähnt, ist E. von Freudenreich der Begründer der Thesis, daß die Reifung der Käse, namentlich der Hartkäse, durch die Milchsäurebakterien, und zwar fast ausschließlich durch diese, bewerkstelligt werde. Der Satz: „Die Milchsäurebakterien sind die Käsereifer" findet sich des öfteren in E. von Freudenreich's Ausführungen und ist von anderen nachgesprochen worden. Die Grundlage für diese Behauptung liegt in der Ansicht, daß diejenige Gruppe von Organismen, welche sich im reifen oder reifenden Käse in größter Menge vorfindet, auch diejenige sei, der die Reifung zugeschrieben werden müsse. Es ist schon auf S. 168 angedeutet worden, daß E. von Freudenreich diese Ansicht von der Rolle der Milchsäurebakterien bei der Käsereifung eine Zeitlang aufgegeben hatte. Der Anstoß, sie wieder aufzunehmen, lag für ihn in dem Ausfall von Versuchen, welche er in Gemeinschaft mit O. Jensen (1) mit Kulturen von den aus Emmentaler Käsen isolierten verflüssigenden Bakterien angestellt hatte und welche zeigten, daß damit eine Reifung nicht erzielt werden konnte. Die Käse hatten nicht völlig das Aussehen eines gereiften normalen Käses und waren von bitterem und schlechtem Geschmack. Wenn dagegen größere Mengen der Emmentaler Käsemilchsäurebakterien angewendet wurden, dann erhielt man bessere Reifung und besseren Geschmack. Auch enthielten nur diese Käse Amidostoffe in einer von St. Bondzynski (1) als für den

Emmentaler Käse charakteristisch bezeichneten Menge. Gegen die Auslegung dieser seiner Versuche von seiten FREUDENREICH's läßt sich aber manches einwenden, und der unbefangene kritische Leser wird nicht selten zu anderen Schlüssen kommen als jener Forscher. So findet sich des öfteren, daß ein Versuchskäse, der nach der Beurteilung E. VON FREUDENREICH's nicht „reif" ist, infolge eines größeren Gehaltes an verflüssigenden Bakterien eine stärkere Auflösung und Zersetzung aufweist als der andere. E. VON FREUDENREICH nennt nur das reif, was genau den Geschmack des Emmentaler Käses hat, die Auflösung der Käsemasse ist ihm keine Reifung. Der Begriff Reifung besteht (oder bestand wenigstens in der Zeit, als er seine These hartnäckig verteidigte) für ihn in einer gleichzeitigen Auflösung bezw. Zersetzung des Caseins und Geschmacks- und Geruchsbildung durch eine Gruppe von Organismen. Seine eigenen Versuche aber zeigen, daß diese Organismen, die Milchsäurebakterien, den Käse nicht immer reif machen, und da, wo sie es tun, kann man mit gleichem Rechte behaupten, daß nicht die Milchsäurebakterien die Reifung bewirkt hätten, sondern die vor ihnen vorhandenen verflüssigenden Bakterien und ihre Enzyme. Die Versuche mit aseptischer Milch und unter Benutzung von Naturlab oder mit Kunstlab und Milchsäurebakterien z. B. gaben E. VON FREUDENREICH (2) recht unbefriedigende Resultate. Der *Bacillus casei* ε, welcher der hauptsächlichste Bewohner des Naturlabes ist und deshalb die wichtigste Rolle bei der Reifung des Emmentaler Käses spielen soll, stirbt in diesem ab, und andere Milchsäurebakterien haben keinen Einfluß. An anderer Stelle erwähnt E. VON FREUDENREICH eines Versuches, wo die Impfung mit *Tyrothrix*-Arten, die von R. CHODAT aus Simmentaler und Greyerzer Imitationen des Schweizer Käses gezüchtet worden waren, normal reifende Käse ergeben hatte. Auch fanden sich diese *Tyrothrix*-Arten am Schlusse der Reifung noch in ziemlicher Menge vor, trotzdem die Milchsäurebakterien in der Mehrzahl waren und zwischen ihnen und den Heubazillen und ähnlichen der bekannte Antagonismus besteht. So erscheinen die vielen Käsungsversuche E. VON FREUDENREICH's keineswegs sehr beweiskräftig, und diesem Gefühl gibt er selbst da und dort Ausdruck. Ueberhaupt werden praktische Versuche im Betrieb allgemein nur als Belege für vorher angestellte gründliche Studien betrachtet; E. VON FREUDENREICH aber läßt sie diesen vorausgehen und ein genaueres Studium seiner Milchsäurebakterien und ihrer Wirkung auf die Bestandteile des Käses sehr spät, erst in neuester Zeit nachfolgen; vergl. E. VON FREUDENREICH und THÖNI (2). Ebenso muß er selbst zugestehen, daß die Resultate seiner bakteriologischen Analysen sehr vom Zufall abhängig seien, zumal auch weil er zu starke Verdünnungen anwendet und diesen Fehler nicht wenigstens dadurch ausgleicht, daß er eine größere Zahl von Kulturen anlegt.

Mit Bezug auf die einer Bakterienart notwendig zukommenden Eigenschaften, wenn sie der Käsereifung fähig sein soll, erkennt E. VON FREUDENREICH an, daß ihr das Vermögen, den Käsestoff aufzulösen und umzusetzen, zukommen muß. Er (10 u. 11) sucht deshalb den Nachweis zu führen, daß die Milchsäurebakterien aus Emmentaler Käse diese Eigenschaft besitzen. Wie es damit steht, ist bereits auf S. 100 und 101 dargelegt worden. Das *Bacterium lactis acidi*, welches O. JENSEN, dem die Untersuchungen darüber zu verdanken sind, als eine „echte" Milchsäurebakterie ansieht und welches mit dem LEICHMANN'schen Bakterium völlig identisch zu sein scheint, peptonisiert nicht, greift überhaupt Casein nur ganz wenig an; die neben diesem als die hauptsächlichsten Käse-

reifungserreger angesehenen Milchsäurebakterien *Bac. casei* α und ε peptonisieren kaum, zersetzen aber allerdings Casein unter Bildung von Aminosäuren und Ammoniak. Ob sie aber imstande sind, für sich allein, ohne vorherige oder gleichzeitige Mitwirkung anderer Bakterien, reife Emmentaler Käse entstehen zu lassen, das zu behaupten, wagt E. von Freudenreich neuerdings auch nicht mehr. Wohl hat eine Auslese und entsprechende Mischung dieser wichtigsten von den Milchsäurebakterien, als Kultur und zusammen mit Kunstlab zur Bereitung von Käsen benützt, neuerdings bessere Resultate ergeben als früher, aber abgesehen davon, daß auch diese Käse nicht befriedigen konnten, wie E. von Freudenreich (siehe E. von Freudenreich und Thöni [2]) selbst sagt und wie namentlich aus einer Polemik zwischen A. Peter (2) und ihm (13) hervorgeht, läßt sich auch aus ihnen nicht ersehen, ob dies günstige Resultat nicht in gleichem Grade derjenigen verflüssigenden Bakterie zuzuschreiben ist, von der E. von Freudenreich und O. Jensen, wie schon auf S. 170 gesagt worden ist, nun auch nicht bloß mehr eine unter Umständen entbehrliche Mitwirkung annehmen, von deren Unentbehrlichkeit sie vielmehr jetzt ebenfalls überzeugt zu sein scheinen.

Der mehrjährigen Diskussion über die E. von Freudenreich'sche These: „Die Milchsäurebakterien sind die Käsereifer" sind verschiedene mitteilenswerte Beobachtungen entsprungen. Als erste haben sich H. Weigmann und L. Adametz gegen die Annahme einer solchen Erklärung der Käsereifung gesträubt. Ersterer (3) wies auf den Mangel einer näheren Charakterisierung der Freudenreich'schen Milchsäurebakterien hin und zeigte, daß solche Arten, wie sie bei der spontanen Säuerung der Milch in Ueberzahl erhalten werden, und wie sie von ihm und Leichmann beschrieben und als obligate oder spezifische oder auch echte Milchsäurebakterien bezeichnet worden sind, eine Reifung nicht bewirken können. Der innere saure Kern der Weich- und der Sauermilchkäse enthalte doch sicher große Mengen von Milchsäurebakterien, sei aber ungereift. Auch haben Käsungsversuche mit solchen Milchsäurebakterien und mit pasteurisierter Milch reifende Käse, sowohl Weichkäse wie Hartkäse, nicht ergeben. Weigmann gibt deshalb der Vermutung Ausdruck, daß die Milchsäurebakterien aus Emmentaler Käse, wenn sie nicht vielleicht nur fakultative Milchsäurebakterien wären, durch die Angewöhnung an besondere Verhältnisse andere Eigenschaften angenommen haben, gewissermaßen degeneriert sein müßten. Ferner führt Weigmann als ein Argument gegen die E. von Freudenreich'sche Behauptung noch das ins Feld, daß das Charakteristikum der Käse ihr eigentümlicher Geruch und Geschmack sei und daß die Erzeugung eines solchen von Milchsäurebakterien bisher noch von niemand beobachtet sei.

L. Adametz (2), der, wie erwähnt, in seinem *Bacillus nobilis* die beste Reifungsbakterie für den Emmentaler Käse gefunden zu haben glaubt, hält auf Grund verschiedener Erwägungen an der Tyrothrix-Theorie fest. Einmal ist er der Ueberzeugung, daß auch die Hartkäse in der Hauptsache von außen reifen (s. S. 173), weshalb nicht Milchsäurebakterien, welche eigentlich Anaerobier sind, die Reifung bewirken können, sondern nur die luftbedürftigen *Tyrothrix*-Bakterien. Die nebenhergehende schwache innere Reifung erklärt sich aus der unter anaeroben Bedingungen geringeren Lebensfunktion der genannten Bakterien. Diese und sogar ihr allmähliches Absterben infolge der Zunahme des Säuregehaltes schließe ihre Mitwirkung an der Reifung nicht aus. An der Oberfläche der Käse werde ihr Wachstum, abgesehen vom Luftzutritt,

deshalb besonders begünstigt, weil dort die von den Milchsäurebakterien gebildete Säure seitens anderer Pilze (Oidien, Hefen u. dgl. m.) vermindert werde. Uebrigens sei die Milchsäure wenigstens für den *Bac. nobilis* nicht so sehr schädlich. Die *Tyrothrix*-Arten würden freilich in ihrem Wachstum gehemmt und in ihrer Wirkung abgeschwächt, sie würden aber nicht völlig unterdrückt. Die spezifischen Umsetzungsprodukte des *Bac. nobilis* kämen trotz gleichzeitigen Wachstums mit Milchsäurebakterien zum Vorschein. (Von F. W. Bouska [1] ist ermittelt worden, daß erst ein Gehalt von 0.5 Proz. Milchsäure die vegetativen Zellen von *Bac. subtilis* in wenigen Tagen abtötet.) Ferner hält Adametz die hauptsächlich aus Tyrosin bestehenden, Salzsteine genannten Konkremente in den Emmentaler Käsen für ein Beweisstück gegen die Reifung durch Milchsäurebakterien, da diese Tyrosin nicht erzeugen, während es von den *Tyrothrix*-Arten geschieht (vergl. auch S. 171).

Ueber die Stellung der E. von Freudenreich'schen Milchsäurebakterien zu den anderen bereits bekannten herrscht auch heute noch, trotz der nunmehr endlich erfolgten genaueren Beschreibung, nicht völlige Klarheit. Das *Bact. lactis acidi* ist, wie gesagt, unzweifelhaft identisch mit dem *Bact. lactis acidi* Leichmann. Daß es sich bei *Bac. casei* α und ε um besondere Arten oder Varietäten handeln müsse, ist von E. von Freudenreich selbst ausgesprochen worden und wird auch von G. Leichmann und S. von Bazarewski angenommen. E. von Freudenreich sagt von ihnen, daß sie keine Bewohner der Milch seien, daß sie dieselbe nur langsam säuern und teilweise nicht zum Gerinnen bringen. Die letztgenannten Autoren haben an den auf S. 80 und 81 erwähnten, ebenfalls aus Käsen isolierten, den E. von Freudenreich'schen Bakterien sehr nahe stehenden Milchsäurebakterien gezeigt, daß sie ohne Kohlenstoffquelle nicht zu wachsen vermögen, und können sich deshalb der Meinung nicht anschließen, daß diese Bakterien sich im Käse nach dem Verbrauch des Milchzuckers, der nach Jensen bereits am dritten Tage erfolgt sein soll, noch vermehren sollen. Es müßte denn sein, daß durch die Tätigkeit anderer Mikroorganismen im Käse aus den Eiweißstoffen gärungsfähige Kohlenstoffverbindungen entstehen, oder diese Milchsäurebakterien müßten imstande sein, ohne gärungsfähige Kohlenstoffverbindungen zu wachsen, wie Jensen (2) annimmt. Auch die morphologischen Verhältnisse deuten darauf hin, daß Freudenreich's Käsemilchsäurebakterien tatsächlich anderer Art sind. Schon die durch die Figuren 1 und 3 auf S. 71 und 72 wiedergegebene Form und Größe der Bakterien *Bac. casei* α und ε lassen erkennen, daß jedenfalls der letztere nicht zu dem *Bact. lactis acidi* hinzugerechnet werden darf. Ferner wachsen sie nicht auf gewöhnlicher Gelatine und teilweise auch nicht auf Molkengelatine, sowie auf der von Boekhout und Ott de Vries zuerst angewandten Käsegelatine (s. S. 90). Mit Hilfe dieses Nährbodens ist es dagegen diesen beiden Autoren gelungen, aus Edamer Käse besondere Milchsäurebakterien zu isolieren, die nach 4 Tagen ziemlich große Kolonien bilden, ebenfalls Stäbchenform haben und die Milch erst nach zwei oder mehreren Tagen oder auch gar nicht zum Gerinnen bringen, somit den E. von Freudenreich'schen Bakterien ziemlich ähnlich sich verhalten. Ihre Mitwirkung an der Reifung des Edamer Käses erscheint den Autoren nicht unwahrscheinlich, um so mehr, da Versuche im kleinen günstige Resultate ergeben haben. Die beiden Forscher weisen übrigens nach, daß die den Edamer Käse reifenden Milchsäurebakterien in der Milch enthalten sein müssen

und nicht, wie E. von Freudenreich und Jensen für die des Emmentaler Käses annehmen, allein durch das Naturlab in die Käse gelangen. Sie erhielten normal reifende Käse, wenn sie zu aseptisch gewonnener Milch gewöhnliche Marktmilch oder Teile eines jungen, 14 Tage alten Edamer 5 Käses hinzufügten. (Da sie keine Reifung erzielten, wenn sie unter Einhaltung desselben Verfahrens statt aseptischer pasteurisierte Milch verwandten, so schließen sie, daß erhitzte Milch reifende Käse überhaupt nicht geben könne, und zwar darum, weil durch das Erhitzen das Casein so verändert wird, daß sich ein konsistenter Teig nicht mehr 10 gewinnen läßt.) F. Rogozinski (1) bestätigt teilweise die Untersuchungen von Jensen, indem auch er feststellt, daß neben den kokkenartigen Milchsäurebakterien im Emmentaler Käse solche mit Stäbchenform vorkommen, welche im Gegensatz zu den ersteren Casein auflösen und in Nichteiweißprodukte umwandeln. Diese Bakterien sind verschieden von 15 denjenigen der spontanen Milchgerinnung.

Wie Weigmann und Adametz weist auch M. J. Schirokich (1) darauf hin, daß Milchsäurebakterien keinen Käsegeruch erzeugen. Er will solchen jedoch beobachtet haben, wenn der Milch, nachdem sie durch die Milchsäurebakterien eben zum Gerinnen gebracht ist, die 20 Enzyme von *Tyrothrix*-Arten zugesetzt werden. Nach R. Chodat und N. O. Hofmann-Bang (1) kann, entgegen der Meinung Leichmann's, der durch Waschen von Milchzucker befreite Käsestoff sehr wohl den Milchsäurebakterien als Nährboden dienen; er wird aber nicht von ihnen gelöst. Im übrigen geben Chodat und Hofmann-Bang gerne zu, daß die Ge-25 schmacksbildung im Käse außer peptonisierenden auch noch anderen Bakterien, vielleicht sogar Milchsäurebakterien zu danken sein wird. Zu den Gegnern der Milchsäurebakterien-Theorie können auch S. M. Babcock und H. L. Russell gerechnet werden, da auch sie von einer für die Käsereifung tätigen Bakterie als Kennzeichen die Fähigkeit zu peptonisieren 30 fordern und den Milchsäurebakterien diese Fähigkeit absprechen.

Von anderen Forschern auf dem Gebiete der Käsereifung hat die Theorie E. von Freudenreich's Unterstützung gefunden. So schien St. Epstein (1—3) wenigstens anfangs der Ansicht zu sein, daß den Milchsäurebakterien nicht bloß die noch zu besprechende, von Weigmann 35 ihnen zugeteilte Rolle von Regulatoren bei der Käsereifung, sondern auch ein gewisser Anteil an dieser selbst zukomme. Nach ihm bestimmen die Milchsäurebakterien die Richtung der Käsereifung, „leiten dieselbe ein und führen sie auch vermutlich zu Ende.“ Ferner sollen sie „entscheidend sein für die Form, in welcher die Reifung eintritt“; 40 „sie wirken teils chemisch, indem sie durch Bildung von Enzymen die Reifung bestimmen, teils indem sie weiter den Geruch verursachen.“ Zu diesen Schlüssen wird Epstein durch das Verhalten mehrerer Milchsäurebakterien geführt, welche er aus Rahmreifungs-Reinkulturen gezüchtet hat und denen er die Befähigung zuschreibt, Käse reifen zu 45 lassen und Käsegeruch zu erzeugen. Die mit ihnen hergestellten Käse sollen nach einem Monat halb oder schwach gereift gewesen sein. Die Unzulänglichkeit dieser Versuche wird von G. Leichmann durch die Aeußerung gekennzeichnet, daß sich aus ihnen bestimmte Schlüsse betreffs der gewöhnlichen Erreger der Käsereifung nicht ziehen lassen. Nach 50 weiteren Untersuchungen teilt dann Epstein den Milchsäurebakterien eine bestimmtere, beschränktere Rolle bei der Käsereifung zu. Er findet in den verschiedenen Käsesorten verschiedene Milchsäurebakterien. Diese sollen nunmehr zwar nicht reifen, jedoch durch die Erzeugung bestimmter

Geschmacksprodukte für den Geschmack des Käses mitbestimmend sein, vielleicht auch dadurch, daß sie durch die Art der an den Eiweißstoffen erzeugten Veränderungen die Vegetation und Wirkungsweise der an der Oberfläche wachsenden Bakterien beeinflussen. Die Säuerung der Käse, sowohl bei Weich- wie bei Hartkäsen, durch die ganze Masse hindurch 5 nennt EPSTEIN die primäre Reife, und sie ist für den Verlauf der weiteren Reifung wie für das Aussehen der Hartkäse „von entscheidender Bedeutung". „Sowohl für die Hartkäse wie für die Weichkäse muß ein geeigneter Milchsäureerreger vorhanden sein. Da die Intensität der Milchsäurebildung und die Nebenwirkung auf die Eiweißkörper bei den 10 einzelnen Milchsäurebakterien sehr verschieden sind, so muß für jede Käsesorte der geeignete Milchsäureorganismus ermittelt werden."

Auf Grund der gleichen Voraussetzung wie E. VON FREUDENREICH, der nämlich, daß nur derjenigen Gruppe von Bakterien die Reifung zugeschrieben werden könne, welche in reifendem Käse am zahlreichsten 15 vertreten ist, sind auch F. J. LLOYD (1), sowie F. C. HARRISON und sein Mitarbeiter W. T. CONNELL (1) Anhänger der Milchsäurebakterien-Theorie. Beide haben den halb zu den Sauermilchkäsen gehörenden Cheddar-Käse untersucht und fast nur Milchsäurebakterien gefunden. HARRISON konstatiert die Anwesenheit der peptonisierenden Bakterien *Bac. butyricus* 20 HUEPPE, *Micr. aureus lactis*, *Micr. varians lactis*, *Bac. fulvus* und *Bac. halofaciens*. Der *Micr. varians lactis* ist häufig in aseptisch gewonnener Milch gefunden worden (s. S. 13) und gehört wahrscheinlich auch zu den säure- und labbildenden Bakterien GORINI's. HARRISON glaubt aber nicht an dessen Mitwirkung bei der Käsereifung, weil er gegenüber den Milch- 25 säurebakterien ungemein seltener ist. Die im Cheddar-Käse enthaltenen Milchsäurebakterien sind ebenfalls verschiedener Art. Die häufigsten sieht HARRISON als Varietäten des *Bac. acidi lactici I* ESTEN, also der Sammelart *Streptococcus lacticus* (s. S. 76) an. Nächst dieser Art tritt die des *Bact. lactis aerogenes* oder eine diesem nahestehende Art auf. Sie 30 nimmt jedoch im Laufe der Reifung nicht zu, sondern vielmehr ab, und HARRISON hat sie schon nach ca. 30 Tagen nicht mehr vorgefunden. Sehr häufig und manchmal sehr zahlreich waren von HARRISON im Cheddar-Käse Hefen- bezw. *Torula*-Arten angetroffen worden. Ein Teil von diesen produziert Säure und bringt Milch zum Gerinnen oder säuert 35 schwach und löst das Casein auf, wieder ein anderer Teil zersetzt den Milchzucker unter starker Gasbildung. HARRISON möchte übrigens den Milchsäurebakterien allein die Käsereifung in ihrer Gesamtheit auch nicht zugeschrieben wissen, sondern glaubt, daß sowohl das Pepsin des Labes wie auch das Enzym der *Tyrothrix*-Arten mit den Milchsäure- 40 bakterien zusammenwirken.

§ 49. Sonstige Rolle der Milchsäurebakterien.

Wenn auch die These E. VON FREUDENREICH's, daß die Milchsäurebakterien die Reifung der Käse, speziell wenigstens des Emmentaler Käses, bewirken sollen, ihre Gegner gefunden hat, so ist doch von keiner 45 Seite bestritten worden, daß diesen Bakterien eine gewisse Rolle zufalle. Eine Aeußerung darüber, welches diese Rolle sei, hat zuerst H. WEIGMANN (3 u. 5) auf Grund der Erfahrungen in der Praxis wie auf Grund eigener Versuche gegeben. Er weist darauf hin, daß jeder Käse kurz nach seiner Herstellung eine Milchsäuregärung durchmacht und daß 50

dieser Vorgang der Ueberführung des bisher neutralen Nährbodens in einen sauren einerseits die Beseitigung von solchen Mikroorganismen zur Folge haben muß, welche auf saurem Nährboden nicht gedeihen, andererseits eine Förderung des Wachstums solcher Organismen bedeutet, 5 welche solchen Nährboden vorziehen. Die Milchsäurebakterien treffen also gewissermaßen eine Auswahl unter der anfangs reichen Flora des Käses und leiten damit den ganzen Gärungsvorgang in eine bestimmte Bahn. Für diese Ansicht spricht eine Reihe von Beispielen der Verwendung saurer Molke oder saurer Milch, um abnormalen Erscheinungen, 10 welche sich bei der Käsereifung leicht einstellen, sogen. Fehlern, vorzubeugen. So die Verwendung der sogen. langen Wei — der natürlichen Kultur des *Streptococcus hollandicus*, der die Molke sauer und infolge Degeneration auch fadenziehend macht — bei der Bereitung des Edamer Käses, ferner die Verwendung von Milchsäurebakterien-Reinkulturen oder 15 saurer Milch bei der Herstellung des Cheddarkäses durch J. R. CAMPBELL (1) in Schottland, um dem dort ziemlich häufig vorkommenden Fehler der Mißfärbung der Käse abzuhelfen u. a. m.

Den weiteren Verlauf der Käsereifung stellt sich WEIGMANN dann so vor, daß die Milchsäure durch säureverzehrende Pilze oder alkalisierende 20 Bakterien nach und nach beseitigt wird und die peptonisierenden oder Casease-Bakterien, speziell auch die durch ein Käsearoma sich auszeichnenden eigentlichen Käsebakterien, zur Wirkung kommen. Der spezifische Charakter einer Käsesorte hängt von dem durch die Herstellungs- und Behandlungsweise bedingten Vorherrschen dieser oder jener Pilzart 25 ab. Zum Beweise dieser seiner Ansicht bringt WEIGMANN Laboratoriumsversuche vor, welche dartun, daß eine Umwandlung des mittelst Milchsäurebakterien aus der Milch ausgeschiedenen Caseins nur dann erzielt wird, wenn durch Mycelpilze die Säure weggenommen wird; zugleich entsteht dann auch der von den einzelnen Pilzen oder Bakterien erzeugte 30 Geschmack und Geruch.

E. VON FREUDENREICH (13) erkennt selbst an, daß die Schaffung eines sauren Nährbodens durch die Milchsäurebakterien eine der Vorstufen der Reifung und die Bedingung für eine normale Reifung ist. Wenn der Milchzucker bezw. die daraus entstehende Milchsäure fehlt, 35 geht der Käse in eine rasche Zersetzung durch peptonisierende Bakterien eventuell sogar in Fäulnis über. Der Nachweis hierfür ist sowohl durch E. VON FREUDENREICH wie auch durch S. M. BABCOCK und H. L. RUSSELL (1) erbracht worden, indem sie entweder den schon fertigen Käsebruch durch Waschen mit lauwarmem Wasser so viel wie möglich von der Molke 40 und dem Milchzucker befreiten oder indem sie Käse aus Milch bereiteten, der durch Dialyse der Milchzucker entzogen war. E. VON FREUDENREICH konstatierte ein Weichwerden der Käse sowie eine fortgeschrittene Umsetzung der Käsemasse, aber schlechten und bitteren Geschmack; die bakteriologische Analyse ergab die Gegenwart großer Mengen von *Coli*-45 Bakterien. BABCOCK und RUSSELL nahmen eine beginnende Fäulnis wahr, die sofort anhielt, sobald der Masse Zucker zugesetzt wurde. Daß es nicht der Milchzucker als solcher ist, der hier fäulnishindernd wirkt, sondern die Milchsäure, ist bereits von den physiologischen Chemikern erkannt worden, und so ist es auch hier die Wirkung der Milchsäure, 50 welche eine zu rasche Auflösung der Käsemasse durch die Enzyme der peptonisierenden Bakterien verhütet. Die Milchsäure und durch sie die Milchsäurebakterien, sowie im Zusammenhange damit der Molkengehalt der Käse sind der Regulator für den Auflösungsprozeß, den man Reifung

nennt. Auch darüber besteht keine Meinungsverschiedenheit, daß die hierbei in Frage kommenden Milchsäurebakterien der rasch und kräftig säuernden Art *Bact. lactis acidi* LEICHMANN angehören. Ihre Tätigkeit ist mit der Umwandlung des Milchzuckers in Säure beendet, und sie führen in der darauffolgenden Periode des Reifungsprozesses, wie BOEKHOUT und OTT DE VRIES (2) wie auch TROILI-PETERSSON (1) vermuten, ein latentes Leben. Das wird ja natürlich, abgesehen vom Milchzuckervorrat, von dem Säuregehalt des Käses abhängen, der erst ein gewisses Maß erreichen muß, wenn er die Tätigkeit der Milchsäurebakterien sistieren soll. Nach L. L. VAN SLYKE und E. B. HART (1) wird bei diesem Säuerungsvorgang je nach der Bereitungsweise und dem dadurch bedingten Milchzuckergehalt entweder Paracasein- bezw. Casein-Monolactat oder bei stärkerer Säuerung das Dilactat gebildet (vergl. S. 53). Dieses letztere soll der Auflösung sehr viel weniger leicht unterliegen, und deshalb sollen saure Käse und der innere saure Kern bei Weichkäsen nicht reifen, bevor nicht durch Verbrauch der Säure die Monolactat-Verbindung hergestellt ist.

Eine weitere Bedeutung fällt den Milchsäurebakterien und ihrem Gärungsprodukt aus dem Milchzucker nach den amerikanischen Forschern und nach O. JENSEN (1) dadurch zu, daß sie die Wirkung des aus dem Lab stammenden Pepsins unterstützen.

Ihre größte Bedeutung für den Käsereifungsprozeß erhalten Milchsäurebakterien aber dadurch, daß gewisse Arten unter ihnen die von den peptonisierenden Bakterien und ihren Enzymen schon in der Milch, sowie während der Bereitung des Käses und einige Tage nachher erzeugten Auflösungsprodukte, wie namentlich Albumosen und Peptone, weiter umsetzen. Für die Richtigkeit dieser Ansicht sprechen verschiedene Beobachtungen. So hat F. SCHAFFER (1) verschiedentlich durch chemische Untersuchungen am Emmentaler Käse gezeigt, daß die Reifung desselben mit einer Löslichmachung der Eiweißstoffe beginnt und daß dann erst die Bildung der Zersetzungsprodukte anhebt. Ebenso ist es eine in der Praxis längst bekannte Erscheinung, daß die Käse, speziell die Hartkäse, im Beginne der Reifung bitter schmecken und daß dieser bittere Geschmack sich im Laufe der weiteren Reifung verliert. Bakteriologisch gesprochen heißt das nichts anderes, als daß der Periode der Säuerung noch eine weitere Vorstufe voraufgeht, nämlich die schon in der Milch beginnende Umsetzung des Käsestoffes durch peptonisierende Bakterien.

Wenn, wie aus den neueren Untersuchungen O. JENSEN's hervorgeht, die Milchsäurebakterien des Emmentaler Käses Pepton und den durch die Säuerung entstandenen milchsauren Kalk zu Aminosäuren bezw. flüchtigen Fettsäuren umwandeln, dann liegt es nahe, der Peptonisierung sowohl wie der Säuerung eine größere Bedeutung zuzumessen, als das bisher von den schweizerischen Forschern geschehen ist, und ihre Milchsäurebakterien-Theorie würde in dieser Modifikation annehmbarer erscheinen. Wie schon angedeutet, scheint sich E. VON FREUDENREICH in neuerer Zeit der Anerkennung der Bedeutung der peptonisierenden Bakterien nicht mehr verschließen zu wollen, indem er dem von ihm so oft und reichlich angetroffenen „verflüssigenden Kokkus", dem *Micrococcus casei liquefaciens*, einen Einfluß auf die Reifung des Emmentaler Käses zugesteht. Dieser soll allerdings hauptsächlich darin bestehen, daß er „durch Lösung des Caseins den Boden für die nachher auftretenden und die Hauptrolle spielenden Milchsäurefermente vorbereitet". Wie sehr

dabei E. von Freudenreich Wert darauf legt, daß diese vorbereitende Tätigkeit von solchen peptonisierenden Bakterien ausgeübt wird, die neben der nötigen peptonisierenden Kraft die Fähigkeit besitzen, Käsegeruch und Käsegeschmack zu erzeugen, ist daran zu erkennen, daß er, wie man bei E. von Freudenreich und J. Thöni (1) ersehen kann, anderen peptonisierenden Bakterien außer dem *Micr. casei liquefaciens* jede Bedeutung abspricht und nur diesem eine günstige Wirkung auf den Geschmack des Emmentaler Käses zuerkennt. Damit wären nunmehr die beiden Gegensätze in der Auslegung des Käsereifungsvorganges teilweise ausgeglichen, und es dürfte mehr und mehr diejenige Anschauung zur Geltung kommen, welche in diesem Prozeß einen der Symbiose bezw. der Metabiose mehrerer Organismen zu verdankenden, in mehreren Phasen verlaufenden Komplex von Gärungen sieht.

In ihren jüngsten Arbeiten deuten E. von Freudenreich und O. Jensen an, daß sie als ein besonders charakteristisches Umsetzungsprodukt für den Emmentaler Käse die Propionsäure erkannt haben und daß diese in einer Menge auftrete, wie sie von den Milchsäurebakterien, von denen sie ebenfalls, aber nur in geringer Menge erzeugt werde, nicht gebildet sein könne. Es sei den beiden Forschern nunmehr gelungen, die Erreger dieser Propionsäurebildung aufzufinden und zwar in Gestalt von Kurzstäbchen, welche, ohne obligate Anaeroben zu sein, doch durch anaerobe Bedingungen, wie sie im Käse bestehen, in ihrem Wachstum begünstigt werden. Dieselben rufen in Peptonbouillon mit einem Zusatz von milchsaurem Kalk eine kräftige Propionsäuregärung hervor.

§ 50. Anaerobe, bezw. Buttersäurebakterien als Käsereifer.

Außer der Gruppe der aeroben peptonisierenden und der Milchsäurebakterien ist auch die Gruppe der Anaeroben, die in der Hauptsache auch Buttersäurebildner sind, für die Reifung der Käse in Anspruch genommen worden, da Buttersäure unter den Reifungsprodukten der Käse sich fast immer findet. Wie schon erwähnt, schrieben F. Benecke und E. Schulze (1) die Reifung des Emmentaler Käses außer dem Heubazillus dem *Bac. butyricus* Hueppe zu. L. Adametz (1) freilich konnte weder diesen noch sonstige anaerobe Buttersäurebakterien in den von ihm untersuchten Käsen, dem Emmentaler und dem schweizerischen Hauskäse, nachweisen. Auch J. Henrici (1), der aus 20 verschiedenen Käsesorten 70 verschiedene Bakterienarten isolierte, konnte wohl eine Anzahl fakultativ, nicht aber obligat anaerober und Buttersäure erzeugender Bakterien finden. Dagegen wieder wies H. Weigmann (4) auf das streng anaerobe, neben anderen, stark nach Limburger Käse riechenden Produkten auch Buttersäure erzeugende *Paraplectrum foetidum* hin, welches in Symbiose mit einer fakultativ anaeroben peptonisierenden Bakterie, dem *Clostridium licheniforme*, sowohl in Milch wie in vielen Käsesorten ein fast ständiger Bewohner ist. Auch E. von Freudenreich und E. Geller (1) trafen diese Anaerobe in Milch und Käse des öfteren an, so bei der Untersuchung von 36 Proben Milch (von allerdings nur je 10 ccm) elfmal und ferner in Emmentaler Käse bei Anwendung des bekannten Anreicherungsverfahrens, indem man eine Emulsion in Wasser erst auf 80—85° C erhitzt und dann bei Bruttemperatur hält. E. von Freudenreich identifiziert diese Bakterie mit dem Bazillus des malignen Oedems, ohne aber ihre Pathogenität nachgewiesen zu haben.

Ebenso will er ihr wohl in Weichkäsen nicht aber in Hartkäsen, speziell nicht im Emmentaler Käse, eine Rolle bei der Reifung zugestehen; in letzterem soll sie nur selten anzutreffen sein, doch zeigt E. von Freudenreich selbst, daß diese Bakterie in dem von ihm untersuchten Emmentaler Käsen immer vorhanden war. Ferner hat V. von Klecki (1) in einem Käse die regelmäßige Anwesenheit einer Buttersäurebakterie nachgewiesen. Er fand in dem österreichischen Quargelkäse, einem im fortgeschrittenen Stadium deutlichen Buttersäuregeruch zeigenden Sauermilchkäse, neben großen Mengen von Milchsäurebakterien einem sogen. *Coccobacillus* mit intensiv gelben Kolonien auf Gelatine und einer Milchzucker vergärenden Hefe seinen auf S. 113 beschriebenen, mit dem beweglichen Buttersäurebazillus identischen *Bac. saccharobutyricus*, dessen Einfluß auf die Reifung und speziell auf den Geschmack des Quargelkäses durch Versuche konstatiert werden konnte. Auch V. von Klecki nimmt dabei eine Symbiose mit anderen Bakterienarten an. R. Burri (1) konnte in vier von sechs Emmentaler Käsen anaerobe, Clostridien bildende Bakterien nachweisen, welche aus Milchzucker unter starker Gasbildung Buttersäure erzeugen, also wirkliche Buttersäurebakterien zu sein schienen. Der von Burri ebenfalls aus Emmentaler Käse isolierte aerobe Aromabazillus, welcher zu den ein Käsearoma erzeugenden peptonisierenden Bakterien gehört, vermag, in gleicher Weise wie das *Clostridium licheniforme* mit *Paraplectrum foetidum*, mit Buttersäurebakterien in Symbiose zu leben.

Am meisten von allen Forschern über die Käsereifung tritt A. Rodella (1) für die Wichtigkeit der Anaeroben ein. Mit Hilfe der Botkin'schen Methode (s. S. 112) gelang es ihm, in allen untersuchten Parmesan- und Emmentaler Käsen Buttersäurebakterien, und zwar solche von der Art des unbeweglichen Buttersäurebazillus, nachzuweisen. Ebenso fand er in Edamer und Sahnenkäsen, sowie in den diesen verwandten Vicentinokäsen anaerobe Bakterien vor, ja in einigen Fällen glaubt Rodella, auch den *Bac. putrificus* Bienstock ermittelt zu haben (s. S. 118). Entgegen einem früher von E. von Freudenreich gemachten Einwurf gegen die Beteiligung der Buttersäurebakterien und überhaupt der Anaeroben, sowie auch der *Tyrothrix*-Arten, daß nämlich alle diese Bakterien infolge der Säurebildung durch die Milchsäurebakterien abgetötet oder zu einem latenten Leben gezwungen würden, zeigt Rodella, daß von ihm im Emmentaler Käse aufgefundene Anaerobe, selbst der *Bac. putrificus*, auch in sauren Nährböden (Peptonbouillon oder Peptonwasser mit 0,5 Proz. Milchsäure) zu wachsen vermögen, sowie ferner, daß sie in saurer Lösung Casein peptonisieren, wenn auch nicht in voller Entfaltung ihres Peptonisierungsvermögens. Im übrigen kommen die einzelnen Bakterienarten ja auch getrennt voneinander in der Käsemasse zur Entwicklung (s. S. 164) und sind einander darin gegenseitig keineswegs im Wachstum so hinderlich wie in Lösungen. Durch Kombination der Züchtungsmethoden Passini-Achalme und Botkin sowie neuerdings an Schnittpräparaten vermochte Rodella auch direkt den Nachweis zu führen, daß die Buttersäurebakterien nicht bloß in Sporenform sondern auch als vegetative Bakterien im Käse enthalten sind und daß die gegenteiligen Befunde E. von Freudenreich's eben durch die von diesem angewandte Methode der Aufsuchung verursacht sind. Im Gorgonzola-Käse hat Rodella (2) verhältnismäßig viele Anhäufungen von Bakterien mit Clostridium- und Plectridiumformen vorgefunden. Wenn also auch die Wirkung der Buttersäurebakterien im Anfange der Reifung durch

die Säuerung ziemlich gehemmt wird, so nehmen sie immerhin an der Auflösung der Käsemasse teil, und vor allem beteiligen sie sich infolge der Vergärung des Milchzuckers an der Geruchs- und Geschmacksbildung. Mit Recht sagt RODELLA, daß hundert Anaerobe auf die Reifung und 5 den Geschmack des Käses einen sehr viel größeren Einfluß hätten als viele Millionen von Milchsäurebakterien. Auch G. TROILI-PETERSSON (1) hat, wiewohl seltener (bei 15 Impfungen mit 5 Mustern nur 2 positive Resultate) im schwedischen Güterkäse die Anwesenheit von Anaeroben konstatiert.

10 Aus diesen noch unzureichenden Untersuchungen über die Bedeutung der Anaeroben darf aber schon geschlossen werden, daß sie an der Reifung nicht so unbeteiligt sind und für die Geschmacks- und Geruchsbildung nicht so gefährlich sind, wie E. VON FREUDENREICH das von ihnen behauptet. Daß sie, wenn sie in zu großer Anzahl vorhanden sind, einen 15 zu intensiven und unangenehm werdenden Geruch verursachen können, schließt nicht aus, daß sie in geringer Anzahl von Nutzen sind. Wenigstens wird man dies von denjenigen Anaerobiern sagen dürfen, welche einen ausgesprochenen Käsegeschmack und Käsegeruch erzeugen. Auch sind die Lebensbedingungen, wenn der Käse nicht zu sauer ist, 20 für die Anaeroben keineswegs ungünstig, jedenfalls besteht der für ihr Gedeihen unerläßliche Mangel an Sauerstoff, wie BENECKE und SCHULZE, ADAMETZ und auch F. W. J. BOEKHOUT und J. J. OTT DE VRIES gezeigt haben.

§ 51. Die Käsereifung ein symbiotischer Vorgang. Der Anteil 25 der Schimmelpilze an der Käsereifung.

Nach den Ausführungen in den §§ 46—48 besteht auch mit Bezug auf den Emmentaler Käse kein Zweifel mehr darüber, daß die einzelnen Phasen des gesamten Prozesses der Käsereifung von gleich großer Bedeutung sind, wenn auch ihre Dauer eine recht verschiedene ist. Die 30 erste Phase ist die einer Auflösung von Casein durch den *Micrococcus casei liquefaciens* oder ähnliche peptonisierende Bakterien, wie den *Bac. nobilis*, auch selbst andere „*Tyrothrix*-Bakterien“, und sie verläuft während und kurz nach der Bereitung des Käses, auch selbst noch während des Eintritts der zweiten Phase, der Säuerung. Diese wird in der Haupt- 35 sache vom allgemein verbreiteten *Streptococcus lacticus* bewirkt, während die darauffolgende Umsetzung des aus der ersten Phase resultierenden löslichen Stickstoffs der anderen, mehr den *Aerogenes*-Bakterien zuneigenden Gruppe der Milchsäurebakterien zu verdanken ist. Die Vertreter dieser Gruppe sind wohl auch zum Teil die Ursache des dem 40 Emmentaler Käse eigentümlichen Geschmacks, an dessen Entstehung jedoch auch Buttersäurebakterien und Hefen mit beteiligt sind. Jedenfalls sind die Milchsäurebakterien auch der zweiten Gruppe allein nicht imstande, die Reifung des Emmentaler Käses völlig durchzuführen. Man kann daher nicht von einer Gattung von Mikroorganismen als von den 45 Käsereifern sprechen, wie das bisher so viel geschehen ist, sondern man muß den Reifungsprozeß als eine Symbiose bezw. Metabiose (s. Bd. I, S. 512) mehrerer physiologischer Klassen anerkennen. Im Zusammenhang mit seiner Hypothese über die Rolle der Milchsäurebakterien äußerte sich WEIGMANN früher in der bereits angegebenen Art darüber. 50 Ferner zeigt O. JOHAN-OLSEN (1), wie die Reifung des norwegischen

sogen. Gammelost (= alter Käse) der Symbiose von vier verschiedenen Pilzarten zu danken ist. Dieser eigenartige Hartkäse wird aus saurer Magermilch gewonnen, indem der Quark vor dem Formen erst einer Gärung ausgesetzt und dann gekocht wird: er reift von außen, und zwar mit Hilfe von Mycelpilzen. Auch hier sind Milchsäurebakterien in großer Menge vorhanden: die Hauptreifungstätigkeit scheint aber den Schimmelpilzen zuzufallen, denn die außer den Milchsäurebakterien noch nötigen Pilze sind die drei als neu beschriebenen Arten *Chlamydomucor casei*, *Penicillium aromaticum* und *Mucor casei*: meist kommen noch *Dematium casei* und eine *Tyrothrix*-Art dazu. Mit Hilfe dieser Pilze in einem bestimmten Mischungsverhältnis hat JOHAN-OLSEN Gammelost herzustellen vermocht, der dem normalen Käse an Güte nichts nachgab (siehe auch das 18. Kapitel).

In gleicher Weise hat O. LAXA (1) die Reifung einer Käsesorte auf die Symbiose mehrerer Bakterien zurückführen können. Bei der Untersuchung von sogen. Harrach-Käse sowie von Konopister-Käse, zwei Weichkäsen nach Limburger Art, fanden sich neben Milchsäurebakterien und Saccharomyceten konstant *Oidium lactis*, eine Sarcina, sowie einige peptonisierende Bakterien vor, wovon eine Käsegeruch erzeugte. Bei einer Zusammenimpfung dieser Bakterie mit der Milchsäurebakterie trat der bekannte Antagonismus zwischen diesen beiden Bakterienklassen ein, der aber gehoben wurde, wenn dem Bakteriengemisch *Oidium lactis* hinzugefügt wurde. Dabei trat dann gleichzeitig auch wieder der Käsegeruch der peptonisierenden Bakterie hervor. Daß bei den Weichkäsen der innere Kern nicht reifen kann, hat seinen Grund in dem hohen Säuregehalt desselben, dieser muß erst durch *Oidium lactis* aufgezehrt sein, bevor die peptonisierenden Bakterien zur Wirkung kommen können. Daß es namentlich die Milchsäure ist, welche das *Oidium* aufzehrt, geht aus der Untersuchung LAXA's hervor: es nimmt nämlich der Gesamtsäuregehalt nicht in gleichem Maße ab wie gerade die Milchsäure, und am raschesten nahm sie von der Oberfläche her ab, wo das *Oidium* wächst.

Zu den Forschern, welche wenigstens für die Weichkäse eine Symbiose nicht bloß verschiedener Arten von Milchsäurebakterien sondern von Organismen weiter entfernten physiologischen Charakters zugeben, gehört auch St. EPSTEIN (2 u. 3). So schreibt er die Reifung des Camembert-Käses der gemeinsamen Tätigkeit einer Milchsäurebakterie und einer *Tyrothrix*-Art zu. Die erstere befindet sich in dem angereiften Käse im sauren Kern, während die äußere weiche Schicht fast nur die *Tyrothrix*-Art enthält. In der neutralen bis schwach alkalischen Uebergangsschicht nehmen von außen nach innen die *Tyrothrix*-Bakterien ab und an ihre Stelle treten die Milchsäurebakterien. EPSTEIN konstatiert also, daß die Milchsäurebakterien nicht reifen: auch bei dem Versuch, mit Hilfe jedes der beiden Organismen künstlich Camembert-Käse herzustellen, gelang dies mit den Milchsäurebakterien nicht. Die *Tyrothrix*-Bakterie reifte, „doch schien hier etwas für die Vegetation zu fehlen". Im Brie-Käse fand EPSTEIN neben Milchsäurebakterien zwei Penicillien, *Penicillium glaucum* und *Penic. album*, sowie eine Hefe als die reifenden Bestandteile, und unter ihnen scheint in diesem Falle dem *Penic. album* die Hauptrolle zuzufallen. Auch hier bewirkt die Milchsäurebakterie allein keine Reifung, es bedarf der Milchsäure verzehrenden Vegetation von Schimmelpilzen, um wirkliche Reifung zustande kommen zu lassen. In diesem Falle ist der Schimmelpilz zugleich reifender, d. h. peptonisierender Pilz, und EPSTEIN unterscheidet deshalb auch mit Recht bei der Mitwirkung der Schimmelpilze

an der Reifung eine doppelte Aufgabe: einmal die Vermittlung zwischen den antagonistischen Bakteriengruppen und dann eine Beteiligung an der Reifung selbst durch Auflösung des Caseins und Erzeugung bestimmter Geschmacksprodukte.

5 Der Franzose G. Roger (1), welcher übrigens schon vor Epstein Untersuchungen am Camembert-Käse vorgenommen hat, fand entgegen letzterem, daß außer einer Bakterie, die er *Bacillus firmitatis* nennt, ein weißer Schimmelpilz der wesentliche Bestandteil der Reifungserreger ist. Er bezeichnet diesen Pilz als *Penicillium candidum*; derselbe ist aber wohl 10 identisch mit dem *Penicillium album* Epstein's. Dem *Bac. firmitatis*, einer *Tyrothrix*-Art, welche ein gelblichrotes schleimiges Coagulum und alkalische Reaktion erzeugt, fällt nach der Ansicht Roger's die Aufgabe zu, das Mycel des Penicilliums zu zerstören und so die Entwicklung dieses Pilzes, welche eine zu weitgehende Austrocknung des Käses zur Folge 15 haben würde, aufzuhalten. Andererseits bereitet das *Penicillium candidum* durch Aufzehrung der Milchsäure das Gedeihen des *Bac. firmitatis* vor. Dem *Micrococcus meldensis* soll die Fähigkeit innewohnen, einer zu raschen Verflüssigung der äußeren Partien des Käses entgegenwirken zu können. H. W. Conn, Chas. Thom, A. W. Bosworth, W. A. Stocking und 20 T. W. Issajeff (1) haben nun bei ihren umfangreichen Untersuchungen über den Camembert- und Brie-Käse wieder ein etwas verschiedenes Resultat erhalten. Sie bestätigen die reifende, d. h. peptonisierende Wirkung des weißen Schimmelpilzes, den sie in der in Camembert-Käse vorkommenden Varietät als Camembert-Pilz bezeichnen, doch zeigen ihnen 25 praktische Versuche, daß Käse, welche mit diesem Pilz allein hergestellt sind, sowohl der Farbe wie vor allem des typischen Aromas und Geschmackes entbehren. Diese schreiben sie entschieden dem *Oidium* zu, wie dies Weigmann (3) früher schon getan hat. Es kann der Camembert-Geschmack sogar noch nachträglich erzeugt werden, wenn *Oidium* solchen 30 in oben erwähnter Weise gewonnenen Käsen aufgeimpft wird. Entgegen Epstein vermissen die amerikanischen Forscher aber beim Camembert ein am Aroma mitwirkendes Bakterium. Eher könnte eine solche Bakterie bei der amerikanischen Marke des Brie-Käses in Frage kommen, da in dieser eine Bakterienart gefunden werden konnte, welche ein an diesen 35 erinnerndes Aroma erzeugt. Die genannten Forscher wundern sich übrigens, daß Epstein zwischen der Flora des Camembert und der des ganz nahe verwandten Brie-Käses französischer Abkunft so große Unterschiede findet.

Daß ein Mycelpilz die Geschmackswirkung eines anderen Mycelpilzes 40 durch Symbiose mit ihm wesentlich fördern kann, zeigt O. Jensen (3) am Roquefort-Käse. Er stellt fest, daß die für diesen Käse charakteristischen Amyl- und Aethylester von dem hauptsächlichen Reifungspilz, dem *Penicillium glaucum*, wohl gebildet werden, jedoch nicht in ausreichendem Maße. In ganz wesentlich größerer Menge entstehen sie 45 aber, wenn der Schimmelpilz mit *Oidium lactis* zusammen wächst; Jensen glaubt daher, daß *Oidium* an der Aromabildung des Roquefort-Käses mitbeteiligt sei.

Der Ansicht, daß nicht einzelne sondern einige oder mehrere Organismen im Zusammenwirken die Reifung eines Käses zustande bringen, 50 schließen sich auch andere Autoren an, so J. Henrici (1), der bei seinen schon erwähnten Untersuchungen von 20 Käsesorten nur wenige Arten als mehreren Käsen gemeinsam konstatiert hat, ferner E. Baier (1), R. Burri (1) und A. Rodella (1 u. 2). Letzterer weist an mikro-

skopischen Präparaten von Emmentaler Käsen nach, daß verschiedene Bakterienarten im Käseteig wachsen und Kolonien bilden. Einen erheblichen Bruchteil davon, wenigstens ein Viertel der Bakterienflora, bilden Kokken, in der Mehrzahl wohl dem verflüssigenden Kokkus angehörend, ein anderes Viertel hätte die Gestalt von Milchsäurebakterien der Art 5 des *Bacillus Güntheri (Streptococcus lacticus)*, und die andere Hälfte bestehe aus Bazillen und Sporen. Darunter seien *Putrificus*-Formen und plumpere Stäbchen mit Sporen im verdickten Ende. Milchsäurebakterien der Langstäbchenform, wie sie von E. von Freudenreich und Thöni beschrieben worden sind, seien dagegen nur wenig zu sehen. 10

Aus dem vorstehend Gesagten ist ersichtlich, daß die Schimmelpilze wenigstens bei der Reifung der Weichkäse eine sehr wichtige Rolle spielen. Dieselbe besteht zunächst wohl darin, daß sie durch das ihnen im Beginne der Reifung gewährte freie Wachstum an der Oberfläche der Käse sehr viel Wasser verbrauchen, das sie den nächsten Partien 15 des Käses entziehen und ihn dadurch trockener machen; dann aber wirken sie durch die von ihnen hervorgerufenen Umsetzungen, die am intensivsten sind, wenn sie in ihrem freien Wachstum gehindert werden. Sie sind dabei vor allem dadurch wirksam, daß sie Säuren verzehren, indem sie dieselbe in Ermangelung anderer Stoffe zur Atmung ver- 20 brauchen (s. Bd. I, S. 419). Zugleich vermindern sie aber den Säuregehalt des Substrates auch dadurch, daß sie durch die Zersetzung des Caseins Ammoniak erzeugen, das die Säure bindet. Durch diese Säureverzehrung und Säurebindung machen die Mycelpize es verschiedenen, namentlich den peptonisierenden Bakterien der Heubazillengruppe, welche 25 auf sauerem Nährboden nicht zu wachsen vermögen, möglich, ihre Wirkung zu entfalten. Eine solche peptonisierende, eiweißspaltende Tätigkeit entwickeln die Mycelpilze aber ebenfalls selbst, sie zerlegen, wie bekannt, Eiweißstoffe in Albumosen, Peptone usw. und zersetzen auch diese weiter in Amide und Ammoniak. Nach den Untersuchungen K. Teichert's (1 30 macht *Penicillium glaucum* von den Proteinstoffen der Milch 77.58 Proz. löslich, wovon 69.70 Proz. Amidsubstanzen sind; bei *Mucor mucedo* sind die entsprechenden Zahlen 48.50 und 33.58 Proz., während *Oidium lactis* nur 9.15 Proz. der gesamten Proteinsubstanzen der Milch auflöst, wovon 2.44 Proz. Amidsubstanzen sind. Wirken die Mycelpilze schon durch 35 ihre eiweißspaltende Tätigkeit geschmackbildend für den Käse, so tun sie es doch noch mehr durch ihre Fähigkeit, das im Käse enthaltene Milchfett zu zerlegen, wobei sie flüchtige Fettsäure frei machen und Ester bilden. Daß der grüne Pinselschimmel die Ursache des eigenartigen ranzigen bis scharfen Geschmackes des französischen Roquefort- 40 sowie des englischen Stilton- und des italienischen Gorgonzola- und Stracchino- und des harten Parmesan- oder Grana-Käses ist, weiß man schon lange. Es ist anzunehmen, daß es sich dabei um eine besondere, dem Wachstum auf Käse angepaßte Varietät handelt, die man Edelpilz genannt hat. Da der eigenartige Geschmack sich erst einstellt, wenn 45 sich die Sporenträger und Sporen gebildet haben, so schreibt man ihn diesen zu. Der auf Camembert- und Brie- und vielleicht auch anderen Weichkäsen vorkommende weiße Pinselschimmel bildet Sporen von anfangs rein weißer, später ganz schwach gelblicher Farbe. Milch wird von ihm ohne vorherige Koagulierung peptonisiert, wenn auch erst nach 50 etwa zwei Wochen, wobei sie eine schwach gelbliche Farbe, nicht aber den scharfen ammoniakalischen Geruch wie durch *Penicillium glaucum* annimmt. *Mucor*-Arten kommen seltener an oder in Käsen vor, sind

wenigstens bisher seltener ermittelt worden. Nur am Gammelost sind von O. JOHAN-OLSEN zwei *Mucor*-Arten gefunden worden (s. S. 185). Daß diese Arten an der Geschmacksbildung beteiligt sind, kann man leicht erkennen, wenn man dem durch Milchsäurebakterien erzeugten Coagulum
5 eine Kultur derselben aufsät. Die sich stark gelb färbende Oberfläche nimmt einen ziegenartigen Geruch und scharfen, bitteren Geschmack an, den der Gammelost in der Tat auch hat.

Vom *Oidium lactis* gibt es eine nicht unerhebliche Anzahl von Varietäten, die sich auch durch ihr physiologisches Verhalten unterscheiden,
10 zum größeren Teil haben die Oidien, aus Käse wenigstens, aber die Eigentümlichkeit, daß sie der Käsemasse ein champignonartiges Aroma verleihen. St. EPSTEIN ist allerdings der Meinung, daß das *Oidium lactis* nicht günstig auf den Geschmack der Weichkäse wirkt, ja er scheint zu glauben, daß es den wenig angenehmen Geruch nach Limburger Käse
15 verursache, weil es in diesem regelmäßig vorhanden ist. H. W. CONN und seine Mitarbeiter an den Untersuchungen über den Camembert- und den Brie-Käse haben aber, wie auf S. 186 bemerkt ist, unwiderleglich gezeigt, daß es das *Oidium lactis* ist, welches den „Camembert-Geschmack" hervorruft. Die auf den beiden Käsen auftretenden und, wie behauptet
20 wird, dem feinen Geschmack derselben förderlichen, orange- bis ziegelroten Flecken sind nach L. ADAMETZ (5) dem *Oidium aurantiacum* zu verdanken, doch ist dieser Pilz von anderen Forschern auf echten Käsen nicht gefunden worden.

Außer Mycelpilzen sind nicht selten Hefenarten in reichlicher Menge
25 in manchen Käsen, speziell in Weichkäsen vorgefunden worden, und manche Autoren glauben, ihnen einen Anteil an der Umsetzung des Caseins und noch mehr an der Geschmacksbildung zuschreiben zu müssen. So fand E. VON FREUDENREICH (3 u. 10) schon früher in französischen Weichkäsen neben *Oidium* auch Hefen und vermutet einen Einfluß
30 derselben auf die Reifung. Ebenso hat P. MAZÉ (1) das Auftreten Milchzucker vergärender Hefen (Laktohefen) in großer Zahl und mehreren Arten in vielen Käsen und namentlich wieder in Weichkäsen konstatiert (s. S. 125). Er schreibt ihnen auf die Reifung selbst eine geringe, wohl aber eine deutliche Wirkung auf die Geruchs- und Geschmacksbildung
35 zu. Ferner sei noch an die Auffindung einer Milchzucker vergärenden Hefe und einer Kahmhefe im Harzkäse erinnert, welche nach ECKLES und RAHN (1) mit *Oidium* zusammen den Harzkäse-Geruch erzeugen soll.

Literatur

zum Kapitel Die Käsereifung.

* **Adametz,** L., (1) Landw. Jahrbücher, 1889, Bd. 18, S. 227. — (2) Oesterr. Molkerei-Ztg., 1899, Bd. 6, S. 215. — (3) Ebenda, S. 71. — (4) Ebenda, 1900, Bd. 7, S. 183. — (5) Ueber d. Ursachen u. Erreger d. abnorm. Reifungsvorgänge b. Käse, Bremen 1893. * **Adametz,** L., und **Chrzaszcz,** T., (1) Oesterr. Molkerei-Ztg., 1905, Bd. 12, S. 35. * **Babcock,** S. M., und **Russell,** H. L., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 757. * **Babcock,** S. M., **Russell,** H. L., **Vivian,** A., und **Baer,** U. S., (1) 18. Ann. Rep. Wisc. Agric. Exp. Stat., 1901, S. 136, und 19. Ann. Rep. etc., 1902, S. 150. * **Babcock,** S. M., **Russell,** H. L., **Vivian,** A., und **Hastings,** E. G., (1) 16. Ann. Rep. Wisc. Agric. Exp. Stat., 1899, S. 157 u. 175; Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 17. — (2) 18. Ann. Rep. Wisc. Agric. Exp. Stat., 1901, S. 162. * **Bächler,** C., (1) Schweiz. landw. Centralbl., 1896, S. 26. * **Baier,** E., (1) Milchztg., 1897, Bd. 26, S. 177. * **Baumann,** Fr., (1) Dissert., Königsberg i. Pr., 1893. * **Benecke,** F., und **Schulze,** E., (1) Landw. Jahrbücher, 1887, Bd. 16, S. 359; Centralbl. f. Bakt., 1887, Bd. 1, S. 521. * **Boekhout,** F. W. J., und **Ott de Vries,** J. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 704. — (2) Ebenda, 1901,

Bd. 7, S. 817. — (3) Ebenda, 1904, Bd. 12, S. 587. ***Bondzynski,** St., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1894, Bd. 8, S. 189. ***Bouska,** F. W., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1903, Bd. 17, S. 347. ***Burri,** R., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 609. ***Campbell,** J. R., (1) Pure cultures for cheddar cheesemaking. Harris Institute. Preston 1898. ***Chodat,** R., und **Hofmann-Bang,** N. O., (1) Ann. Pasteur, 1901, Bd. 15, S. 36. ***Cohn,** F., (1) Beitr. z. Biol. d. Pflanz., Breslau. 1875, Bd. I, H. 3, S. 141. ***Conn,** H. W., **Thom,** Ch., **Bosworth,** A. W., **Stocking,** W. A., und **Issajeff,** T. W., (1) Storrs Agric. Experiment Stat. Storrs Conn., 1905, Bull. Nr. 35. ***Duclaux,** E., (1) Annales agric., 1878; refer. in Milchztg., 1879, Bd. 8, S. 724. ***Eckles,** C. H., und **Rahn,** O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 676. ***Epstein,** St., (1) Arch. f. Hyg., 1900, Bd. 37, S. 329. — (2) Ebenda, 1902, Bd. 43, S. 1. — (3) Ebenda, 1902, Bd. 45, S. 354. ***Freudenreich,** E. **von,** (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1900, Bd. 14, S. 49. — (2) Ebenda, 1901, Bd. 15, S. 158. — (3) Ebenda, 1894, Bd. 8, S. 207. — (4) Ebenda, 1891, Bd. 5, S. 16. — (5) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 854. — (6) Ebenda, 1896, Bd. 2, S. 316. — (7) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1901, Bd. 15, S. 284. — (8) Ebenda, 1902, Bd. 16, S. 91, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 674. — (9) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1902, Bd. 16, S. 347. — (10) Ebenda, 1897, Bd. 11, S. 85, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 170. — (11) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1898, Bd. 12, S. 279, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 241. — (12) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 616. — (13) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1901, Bd. 15, S. 393. ***Freudenreich,** E. **von,** und **Gfeller,** E., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1896, Bd. 10, S. 136. ***Freudenreich,** E. **von,** und **Jensen,** O., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1899, Bd. 13, S. 169. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 545. ***Freudenreich,** E. **von,** und **Thöni,** J., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1903, Bd. 17, S. 232. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 18, S. 525. ***Goethart,** J. W. C., (1) Landbouwkundig Tijdschrift, 1897, Afl. 5, S. 261. ***Gorini,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 44. — (2) Ebenda, 1902, Bd. 8, S. 137, und Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1902, Bd. 16, S. 22. — (3) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 78. ***Harrison,** F. C., (1) Transact. Canad. Inst. Agric. College Guelph, 1901, Bd. 7, S. 103. ***Harrison,** F. C., und **Connell,** W. T., (1) Revue générale du lait, 1903/04, Bd. 3, S. 80. ***Henrici,** J., (1) Baseler Dissert., Karlsruhe 1893. ***Herz,** Fr. J., (1) Mitteilgn. d. milchw. Ver. Allgäu, 1894, Bd. 5, S. 133. ***Jensen,** O., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1900, Bd. 14, S. 197. — (2) Ebenda, 1901, Bd. 15, S. 197. — (3) Ebenda, 1904, Bd. 18, S. 314. ***Johan-Olsen,** O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 161. ***Klecki,** V. **von,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 169. ***Krarup,** (1) Cit. u. Jensen (1). ***Laxa,** O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 755. ***Leichmann,** G., und **Bazarewski,** S. **von,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 245. ***Lloyd,** F. J., (1) Cit. n. E. von Freudenreich (3 u. 10). ***Mazé,** P., (1) Ann. Pasteur, 1903, Bd. 17, S. 11. ***Peter,** A., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1901, Bd. 15, S. 389. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 321. ***Rodella,** A., (1) Centralbl f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 499 u. 753; 1904, Bd. 11, S. 452 u. 744, und Bd. 12, S. 82. – (2) Ebenda, 1905, Bd. 15, S. 143. ***Roger,** G., (1) Fabrication des fromages de Brie p. l'emploi des ferments naturels et des spores de mucédinées. Communications faites à la Société d'Agric. de Meaux, 1898. ***Rogozinski,** F., (1) O rozkl. kazeiny przez niekt. bakt. ferment. mlek. wyhod. z sera ementalsk., Krakau 1905; ref. d. V. v. Klecki f. d. II. Intern. milchw. Kongreß in Paris 1905. ***Russell,** H. L., und **Weinzierl,** J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 456. ***Schaffer,** F., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1888, Bd. 12, S. 379. ***Schaffer,** F., und **Bondzynski,** St., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1888, Bd. 2, S. 29. ***Schirokich,** J., (1) Ann. Pasteur, 1898, Bd. 12, S. 400. ***van Slyke,** L. L., **Harding,** H. A., und **Hart,** E. B., (1) New York Agric. Experim. Stat. Geneva N. Y., 1901, Bull. Nr. 203. ***van Slyke,** L. L., und **Hart,** E. B., (1) New York Agric. Experim. Stat. Geneva N. Y., 1902, Bull. Nr. 214. ***Teichert,** K., (1) Milchztg., 1903, Bd. 32, S. 785. ***Troili-Petersson,** G., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 11, S. 120. — (2) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1902, Bd. 16, S. 26. ***Weigmann,** H., (1) Milchztg., 1890, Bd. 19, S. 881. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 150. — (3) Ebenda, 1898, Bd. 4, S. 593. — (4) Ebenda, S. 820. — (5) Ebenda, 1899, Bd. 5, S. 630. ***Winkler,** W., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 97.

— —

Dritter Abschnitt.

Abnormale Erscheinungen an der Milch und ihren Produkten.

Von

Prof. Dr. H. Weigmann.

(*Manuskript-Einlauf 5. Dez. 1905.*)

11. Kapitel.

Die Milchfehler.

§ 52. Die spontane Zersetzung der Milch.

Wenn frischgemolkene Milch sich selbst überlassen bleibt, so tritt nach einem gewissen Zeitraum, je nach dem Grade der Reinlichkeit in der Stallhaltung und beim Melken später oder früher, als erste äußerliche Veränderung die Gerinnung ein, welcher unter Zusammenziehung und Verkleinerung des Coagulums ein Austreten von Milchserum und darauf die Bildung einer Schimmeldecke folgt. Bei der mikroskopischen und bakteriologischen Verfolgung dieses Vorganges sind außer den genannten Phasen noch einige andere, äußerlich nicht sichtbare zu erkennen. Nach den Darlegungen auf S. 12–14 sind die in der Milch nach dem Melken anzutreffenden, also schon im Euter anwesenden Keime meist Kokken und vor allem peptonisierende Kokken. Uebereinstimmend haben daher alle Autoren, welche sich mit der spontanen Zersetzung der Milch beschäftigt haben, eine beginnende Peptonisierung, verbunden sogar mit einer schwachen Ammoniakbildung, als erste Phase konstatiert, so u. a. H. W. Conn und W. M. Esten (1), H. Tissier und P. Gasching (1) und C. J. Koning (1). Ob man, wie dieser letztere, die in die gleiche Zeit fallende, durch die baktericide Eigenschaft der Milch hervorgerufene Abnahme der Bakterien als erste und die beginnende Peptonisierung als zweite Phase ansehen will, ist belanglos. Jedenfalls überdauern die Bakterien der letzteren Art das baktericide Stadium, und dieses ist vielleicht insofern nicht ganz ohne Einfluß auf den Ver-

lauf der nächsten Zersetzungsphase, als die Widerstandskraft der in die Milch gelangten Bakterienarten gegen die bakterieiden Körper derselben möglicherweise eine verschiedene ist, diese letzteren also gewissermaßen eine Auswahl unter den die Milch zuerst belebenden Keimen treffen. Welche Arten besonders leicht erliegen, und welche besser widerstehen, darüber hat man kaum eine einigermaßen sichere Kenntnis; speziell über die Widerstandskraft des *Bacterium coli commune* gehen die Versuchsresultate weit auseinander.

Die Dauer der Periode der beginnenden Peptonisierung hängt von dem ursprünglichen Gehalt der Milch an Keimen und der scheinbar 10 individuell verschieden starken Baktericidie ab; je mehr Keime im Anfang vorhanden waren, desto rascher dürfte die Zunahme derselben nach dem baktericiden Stadium sein, und je mehr kräftig peptonisierende Bakterien, wie die mehrfach konstatierten Arten der *Subtilis*- und *Mesentericus*-Gruppe und der *Bacillus fluorescens liquefaciens*, sich vor- 15 finden, desto kräftiger ist die Auflösung.

Die nächste Phase ist die der Säuerung. An dieser beteiligen sich, wie im 4. Kapitel ausgeführt ist, mehrere Arten von Milchsäure-Bakterien, in der Hauptsache aber die Vertreter der Sammelart *Streptococcus lacticus* und die durch nicht zu schwache Säurebildung sich auszeichnenden 20 Vertreter der Sammelart *Bac. aerogenes*. KONING will in dieser Phase in überwiegender Menge speziell den *Streptococcus acidi lactici* GROTENFELT gefunden haben, und TISSIER und GASCHING trafen eine diesem sehr nahestehende, *Enterococcus* genannte Milchsäure-Bakterie an. Nach KONING kommen daneben noch *Bac. acidi lactici* HUEPPE und *Bacterium acidi* 25 *lactici* GROTENFELT, seltener *Staphylococcus albus* und *St. citreus* vor. Das Auftreten von *Coli*-Bakterien ist mehrfach konstatiert worden. UTZ (1) hat an der spontanen Säuerung der Milch hauptsächlich *Bac. acidi lactici* HUEPPE und einen dem *Bac. acidi laevolactici* KOZAI ähnlichen Bazillus beteiligt gesehen, von welchen beiden das sowohl bei gewöhnlicher wie 30 bei Bruttemperatur entstandene Gemisch von inaktiver und Rechtsmilchsäure herrührt. CONN und ESTEN stellen das Ueberwiegen des *Bac. acidi lactici* HUEPPE und zweier anderer Arten fest. Ueber die einschlägigen Arbeiten von LEICHMANN, KOZAI u. a. vergleiche man das 4. Kapitel.

Das starke Anwachsen der Milchsäure-Bakterien, welches durch die 35 Gegenwart von Pepton (s. S. 88) sehr begünstigt wird, und die Zunahme des Säuregehaltes haben dann ein Zurückdrängen der peptonisierenden Bakterien, besonders der der *Subtilis*- und der *Mesentericus*-Gruppe, zur Folge; sie werden zur Sporenbildung gezwungen. Die peptonisierenden und zugleich Säure bildenden Kokken bleiben noch längere Zeit in Tätig- 40 keit. In dieser Periode der Säuerung spielt sich auch ein Kampf zwischen den Milchsäure-Bakterien und den *Coli*- und *Aerogenes*-Bakterien ab, der ebenfalls mit dem allmählichen Verschwinden der letzteren endet. KONING will daher eine vierte und fünfte Phase unterscheiden, in welchen der zu den Gruppen des *Bact. coli commune* und des *Bac. typhi abdominalis* 45 gehörende *Bac. faecalis alcaligenes* PETRUSCHKY und darauf der *Bac. acidi paralactici* KOZAI zur Herrschaft gelangen.

Mit der Erreichung eines gewissen Säuregrades (s. S. 54 u. 56) tritt die Gerinnung, d. h. Ausfällung des Caseins ein. Die auf diese Weise aus einer Flüssigkeit in ein festes, wenn auch weiches Substrat um- 50 gewandelte Milch bietet in Gemeinschaft mit der entstandenen Milchsäure den Säure aufnehmenden Mycelpilzen und Hefen günstige Wachstumsbedingungen, so daß sich nunmehr die Oberfläche der Milch mit

einer Pilzdecke überzieht, an deren Bildung sich zuerst (das im 16. Kap. des IV. Bds. genauer beschriebene) *Oidium lactis* und dann verschiedene Schimmelpilze (*Penicillium, Mucor, Rhizopus* u. dergl. m.) beteiligen. Nach Beseitigung der Säure (außer Milchsäure geringe Mengen Essig-, Propion-, Butter- und Bernsteinsäure), welche durch die Bildung alkalischer Zersetzungsprodukte aus den Eiweißkörpern beschleunigt wird, entfalten, begünstigt durch den von der Pilzdecke bewirkten Luftabschluß, sodann die anaeroben Bakterien ihre zersetzende Tätigkeit. Diese macht sich nicht bloß in einer Buttersäure-Gärung geltend, deren Studium durch TISSIER und GASCHING zur Entdeckung des *Bacillus lactopropylbutyricus* (s. S. 123) geführt hat, sondern auch in einer weiteren Zerlegung der Eiweißstoffe durch Fäulnisbakterien, worüber auf S. 100 des III. Bandes Näheres gesagt ist.

In gegenseitiger Wechselwirkung und namentlich unter der fortgesetzten Tätigkeit der Hyphenpilze, welche durch ihre große Oberfläche auch eine rasche Verdunstung des Wassers der Milch bewirken, erfolgt schließlich eine fast völlige Auflösung und Zersetzung der Eiweißstoffe sowie der übrigen organischen Bestandteile und ein Eintrocknen zu einer honiggelben Masse.

Ein Vergleich zwischen diesem Vorgang der spontanen Zersetzung der Milch und dem Vorgang der Käsereifung läßt nicht nur im allgemeinen Charakter sondern auch in der Aufeinanderfolge der einzelnen Phasen eine große Aehnlichkeit erkennen. Wie dort so folgen auch hier die verschiedenen Bakterien- und Pilzarten gruppenweise aufeinander, und wie die Käsereifung ja nichts anderes ist als ein Auflösungs- und Zersetzungsprozeß des Caseins, der durch den Wasser- und Milchzuckergehalt sowie durch die Behandlungsweise der betreffenden Käsesorte modifiziert ist, so ist die spontane Zersetzung der Milch eine auf metabiotischem Wege erfolgende Zerlegung der Bestandteile der Milch in einfachere und einfachste Körper. Eine genauere Kenntnis des Verlaufes dieses Vorganges dürfte zum wertvollen Fingerzeig für die Forschung in der Käsereifung werden.

§ 53. Die eigentlichen Milchfehler: seifige und bittere Milch.

Unter der Bezeichnung „Milchfehler" versteht man abnormale Erscheinungen an der Milch, die teils pathologischer bezw. physiologischer Natur sind, teils von Bakterien herrühren. Dem Sinne des Wortes entsprechend würde man als fehlerhafte Milch eigentlich nur ein abnormales Sekret ersterer Art zu verstehen haben, während man die durch Bakterien veränderte Milch als verdorben bezeichnen müßte. Es ist aber Brauch geworden, diese letzteren Erscheinungen hier mit anzuschließen.

Zu den eigentlichen Milchfehlern gehören zunächst einige geringtügige Abnormitäten. So ist der „Milchgries" oder die griesige Milch eine in Farbe, Geschmack und Rahmbildung wie auch in ihrer chemischen Zusammensetzung normale Milch, läßt aber beim Melken auf die Hand feine weiße und weiche Flöckchen erkennen. Nach A. GUILLEBEAU und E. HESS (1) sollen diese von einem Eintrocknen von Milch an der Zitzenmündung und in den Falten der Zitzenschleimhaut herrühren. Eine ähnliche Erscheinung ist wohl die sandige Milch, welche kleine Konkremente (Milchsand) enthält. In beiden Fällen ist es namentlich die erstermolkene Milch, welche die Erscheinung zeigt. Bei Erhitzung

des Körpers infolge starker Bewegung oder Arbeit wird die Milch leicht wässerig oder dicklich-schlickerig und läßt sich nicht buttern, ein Milchfehler, der, wie sich aus den späteren Ausführungen ergibt, auf die Tätigkeit von Bakterien im Euter zurückgeführt werden muß. Ein weniger schwerer Milchfehler ist auch die blutige Milch. Diese ist in den meisten Fällen eine normale, mit Blutstreifen oder Blutgerinnseln untermischte Milch; in manchen Fällen ist aber auch die ganze Milch rot gefärbt. Die Ursache ist entweder auf Kontusionen und innere Verletzungen des Euters oder auch auf zu kräftiges Melken zurückzuführen. Manchmal tritt aber das „Blutmelken" bei Kühen gleich nach dem Werfen des Kalbes auf und ist dann in einer Hyperämie der Milchdrüse begründet. Auch das „Blutharnen" kann die Ursache von blutiger Milch sein. Der Nachweis des Blutes wird am besten durch Ausschleudern und mikroskopische Feststellung der Anwesenheit von Blutkörperchen geführt. Zu den Milchfehlern wird auch das Nachlassen und Aufhören der Milchabsonderung, das mit Verdauungsstörungen verbunden ist, gerechnet.

Fischige Milch ist bisher noch selten beobachtet worden. Ein Fall, wobei bereits die frischgemolkene Milch den Fehler zeigte, wird von H. A. Harding, L. A. Rogers und G. A. Smith (1) mitgeteilt. Die Milch stammte von einer Kuh, welche weder krank war noch anders gefüttert wurde als die anderen Kühe des gleichen Stalles; der fischige Geschmack der Milch dieser einen Kuh war so stark, daß er sich der Mischmilch der ganzen Herde mitteilte. Ein ähnlicher Fall wurde von W. E. Griffiths (1) ebenfalls an einer einzelnen Kuh einer Herde und in heißer Jahreszeit beobachtet. Vielleicht handelt es sich hierbei um den Uebertritt gewisser Körpersäfte in die Milch, während es andererseits sehr wahrscheinlich ist, daß gewisse im Euter vorkommende Bakterien die Schuld tragen können. Man will ferner beobachtet haben, daß auch das Futter (Fischmehl, Marschwiesen, auf welchen bei Ueberschwemmungen Crustaceen zurückbleiben) den Fehler verursachen kann.

Teilweise sehr eingreifende Veränderungen an der Milch werden durch Euterentzündungen hervorgerufen, deren Ursache Bakterien (Staphylokokken, Streptokokken, sowie gewisse Varietäten von *Coli*- und *Aerogenes*-Bakterien) sind, nach Guillebeau namentlich *Staphylococcus mastitis*, *Galactococcus versicolor*, *Streptococcus mastitis sporadicae*, *Streptococcus mastitis contagiosae* und nach L. Adametz (1 u. 2) *Micrococcus Sornthalii* in zwei Varietäten, sowie zwei Varietäten des *Streptococcus mastitis contagiosae* beim gelben Galt. In geringerem Grade ist das nach A. Guillebeau und E. Hess (1) noch beim schleimigen Euterkatarrh der Fall. Die Milch ist dann etwas wässerig-bläulich und mit feinem Gerinnsel untermischt, das Serum grünlich oder gelblich infolge Farbstofferzeugung der die Entzündung hervorrufenden Bakterien; der Rahm ist dünn, grobblasig und klümperig. Intensiver sind die Veränderungen bei parenchymatöser Mastitis (s. S. 20). Am ersten Tage der Erkrankung ist die Milch nur etwas dicker und mit Gerinnsel durchsetzt, sodann aber wird sie gelblich und dickflüssig bis schleimig, bis sie schließlich in einen gelblichen, dünnen, flockigen Brei übergeht; in den meisten Fällen besteht das Sekret nur noch aus einem mehr oder weniger gelben, zuweilen auch blutigen, trüben Serum, das mit Gerinnsel und Flocken erfüllt ist (serös-fibrinöses Exsudat). Beim Galt, sowohl bei der sporadischen wie der epidemischen Form desselben, dem gelben Galt, ist das Sekret durch das Auftreten einer größeren Menge von Eiter-

körperchen sowie durch Abnahme des Wassergehaltes charakterisiert. Es ist dann, namentlich beim gelben Galt, von eiterig-gelber Farbe, seltener noch weiß, von breiartiger Konsistenz oder serös und mit Gerinnsel durchsetzt; nicht selten sind Blutkörperchen beigemengt. In allen Fällen von Euterentzündungen, je nach dem Grade und der Art der Entzündung mehr oder weniger, ist auch die chemische Zusammensetzung des Sekretes verändert. Gemeinsam ist nach den Untersuchungen von F. Schaffer und St. Bondzynski (1 u. 2), sowie von Guillebeau und Hess (1) eine Zunahme der Trockensubstanz infolge einer Erhöhung des Gehaltes an Eiweißkörpern, woran das Albumin am meisten beteiligt ist, eine Zunahme an Chlor und Natrium, dagegen eine Abnahme an Kali und Phosphorsäure, selbst an Kalk und Magnesia sowie namentlich auch an Milchzucker. Die Zunahme an Chlornatrium bedingt den bei Euterentzündungen für das Sekret charakteristischen auffallenden salzigen Geschmack (räße oder räßsalzige Milch). Beim schleimigen Euterkatarrh sind diese chemischen Veränderungen geringgradig und vorübergehend, bei den anderen schwereren Eutererkrankungen dagegen sehr viel tiefgehender. Dabei werden die die Erkrankung verursachenden Bakterien mit abgeschieden und verursachen beim Genuß der Milch Unwohlsein oder selbst wieder Erkrankungen. Daß die Virulenz solcher Keime selbst dann noch nicht vernichtet ist, nachdem die Milch kräftig gesäuert hat, ist an einem Falle ersichtlich, den H. Weigmann und Th. Gruber (1) mitgeteilt haben, wobei sogen. Dickmilch, also absichtlich gesäuerte Milch, beim Genuß Erbrechen bewirkt hat. Diese Dickmilch enthielt größere Mengen einer *Coli*-Art sowie milchzuckervergärende Hefen. Da *Coli-* und *Aerogenes*-Bakterien nach einer Einwirkung von einigen Tagen Milch schon so verändern, daß sie einen scharfen salzigen jauchigen Geschmack und einen Geruch hat, wie er durch das Faulen von Urin und Kot im Stall auftritt (Stallgeruch), so ist es nicht unwahrscheinlich, daß die räßsalzige Milch auch eine Folgeerscheinung von solchen Euterentzündungen ist, die durch die genannten Bakterien bewirkt werden. Nach neuesten Mitteilungen von R. Steinegger und O. Allemann (1) ist räße Milch auch auf ungenügende Ausmelkung zurückzuführen und kommt daher sehr häufig vor; vielfach ist das erste Gemelke aus einer Zitze schwach räß, der übrige Teil gesund. Die Umsetzungsprodukte des *Bac. Guillebeau c* sind von A. Macfadyen (1), die des *Bac. Guillebeau a* und des *Streptococcus mastitis sporadicae* von M. Nencki (1) näher studiert worden. Die bei anderen Infektionskrankheiten an der Milch auftretenden Veränderungen sind bereits im 2. Kapitel angegeben worden.

Das Wesen der vorzeitig gerinnenden Milch ist noch nicht sicher erkannt, obwohl man nach den neueren Wahrnehmungen annehmen darf, daß die im Euter vorkommenden Bakterien die Schuld an dieser Erscheinung tragen werden. Diese Ansicht teilt namentlich R. Burri (1), der die Milch von sieben Kühen eines Stalles mit diesem Fehler behaftet fand und in derselben große Mengen des bekannten verflüssigenden Kokkus antraf. Das würde auch mit einer älteren Beobachtung übereinstimmen, indem nämlich Haubner (1) schon im Jahre 1852 ein vorzeitiges Gerinnen der Milch ohne vorhergehende Säuerung vielmehr durch eine labartige Wirkung eintreten sah („süßes Schlickern"). Es scheint übrigens, daß auch größere Mengen von Milchsäure-Bakterien die Ursache frühzeitig gerinnender Milch sein können. Daß solche zeitweise ebenfalls im Euter oder wenigstens in den Zitzen auftreten können, ist durch

die auf S. 14 erwähnten Befunde von F. C. HARRISON und von A. BACKHAUS und O. APPEL, sowie auch von R. BURRI gezeigt worden. Ebenfalls auf das Vorhandensein größerer Mengen von Milchsäure-Bakterien und vielleicht auch auf die gleichzeitige Mitwirkung von Hefen dürfte ein von RITZ (1) mitgeteilter Fall zurückzuführen sein, bei welchem im Keller aufbewahrte Milch schon seit längerer Zeit die Eigentümlichkeit zeigte, sehr bald zu säuern, molkig zu werden und einen dünnen lockeren und mit Gasblasen durchsetzten Rahm aufzuwerfen (vergl. auch S. 198 über gärende Milch). Als Ursache erkannte man ein gleichzeitiges Aufbewahren von Preßhefe, die teilweise zerstreut umherlag; denn als diese entfernt wurde, verschwand der Fehler.

Die seifige Milch ist zuerst und in mehreren Fällen von FR. J. HERZ (1) beobachtet worden. Sowohl die Milch als auch das Serum davon zeichnen sich durch hohes spezifisches Gewicht und hohen Gehalt an fettfreier Trockensubstanz aus. Geschmack und Geruch sind gleich nach dem Melken normal, nach etwa 36 Stunden aber scharf, kratzend, seifenartig. Die Farbe ist etwas gelber als sonst, bisweilen sogar rötlich gelb. Besonders charakteristisch ist eine starke Neigung zur Schaumbildung, die sich speziell bei der Butterfabrikation unangenehm bemerklich macht, während gleichzeitig die Ausbutterung eine mangelhafte ist. Außerdem zeigt die Milch meist das auffallende Verhalten, daß sie, obwohl merklich verändert und säuerlich, nach mehreren (8 und selbst 12) Tagen, nicht gerinnt. Ein anderer Fall ist in der Lehrmeierei der Versuchsstation für Molkereiwesen in Kiel beobachtet und von H. WEIGMANN und GG. ZIRN (1) einem genaueren Studium unterworfen worden. Die Milch zeigte das gleiche Verhalten, hellte sich aber beim Stehen etwas auf, während sich gleichzeitig ein schleimiger Bodensatz bildete. Die bakteriologische Untersuchung ergab das Vorhandensein einer Bakterie, welche den eigenartigen seifigen Geschmack in der Milch verursacht, sowie einiger anderer Bakterien, welche durch Peptonisierung der Eiweißstoffe der Milch bezw. durch Abscheidung eines labartigen Enzymes die Aufhellung der Milch und den schleimigen Bodensatz verursachten. Die erstgenannte Bakterie der seifigen Milch, *Bacillus lactis saponacei*, ist ein 0,9—1,6 μ langes und 0,4—0,5 μ breites Stäbchen, das auf Fleischwasserpeptongelatine 2—3 mm große, fast kreisrunde, ganzrandige, kugelige Auflagerungen von schleimiger Beschaffenheit bildet. Dieselben sind anfangs nur in der Mitte gelblich gefärbt, erhalten aber allmählich einen rostgelben Ueberzug fast über die ganze Kolonie. Milch zeigt anfangs keine Veränderung, wird aber nach mehreren Tagen schleimig. Der Geschmack der Milch ist schon früher seifenartig-laugig, scheint aber mit der Schleimbildung im Zusammenhang zu stehen und ist am intensivsten, wenn die schleimige Beschaffenheit der Milch deutlich geworden ist. Die äußere Veranlassung des Milchfehlers war die Benutzung eines nicht ganz tadellosen Strohes zur Einstreu im Stall; der Zusammenhang ergab sich einwandsfrei durch das Vorhandensein der gleichen Bakterien auf dem Stroh wie in der Milch. Bei einem anderen von den gleichen Autoren beobachteten Fall war das von einer Weide gewonnene Heu und, wie im folgenden Jahre sich ergab, auch das Gras Ursache des gleichen Milchfehlers.

Ferner hat W. RULLMANN (1) in einem Stall in der Nähe Münchens seifige Milch beobachtet, wo sie durch Fütterung von Leinsamenmehl verursacht wurde. Dieses enthielt in großer Menge eine Bakterie, welche in Milch einen widerlich talgig-sauren Geruch und Geschmack erzeugte

und welche, abgesehen davon, daß sie in zwei Varietäten auftrat, mit der Bakterie von WEIGMANN und ZIRN ziemlich identisch war.

Ein weiteres Bakterium der seifigen Milch ist von W. EICHHOLZ (1) unter den Namen *Bacterium sapolacticum* beschrieben worden. Es ruft 5 auf Gelatine und Agar Fluorescenz und alkalische Reaktion hervor, verflüssigt erstere aber nicht. In Milch bewirkt es auch noch bei recht niedriger Temperatur seifigen Geschmack.

An der Entstehung der bitteren Milch scheinen in erster Linie gewisse Futtermittel schuld zu sein, und in solchem Falle ist die Milch 10 gleich nach dem Melken bitter. Nach O. KÖHNKE (1) sind es folgende Pflanzen bezw. Futterstoffe, welche den genannten Fehler verursachen: größere Gaben von Runkelrüben, namentlich wenn sie schon etwas verdorben sind, Steckrüben und Turnips sowie die Blätter von solchen, Raps- und Rübsenkuchen, vor allem wenn sie feucht verfüttert werden, 15 überhaupt alle Cruciferen, ferner Lupinen, Wicken, Sedum- und Laucharten, die Hundskamille, außerdem schimmelige oder angefaulte Futterstoffe aller Art. Auch Haferstroh steht im Verdacht, bei Darreichung größerer Mengen, bittere Milch und bittere Butter zu verursachen, doch will KÖHNKE dies bei Haferstroh nie, öfters dagegen bei Gerstenstroh 20 beobachtet haben. Ferner soll nach F. C. HARRISON (1) *Artemisia ambrosifolia* und nach E. POTT (1) der Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) bittere Milch verursachen. KÖHNKE macht mit Recht darauf aufmerksam, daß sich in bezug auf solche durch Futterstoffe hervorgerufene Milchfehler nicht alle Tiere gleich verhalten.

25 Daß manche Bakterienarten Milch bitter machen können, ist zuerst von L. PASTEUR an seinem Buttersäure-Bakterium beobachtet und von MEISSL (1) und O. LOEW (1) bestätigt worden. In der Folge ist die Eigenschaft dann an mehreren Bakterienarten, welche imstande sind, widerstandsfähige Sporen zu bilden, wahrgenommen worden, so von E. DUCLAUX (2) an 30 seinem *Tyrothrix geniculatus*, von NÄGELI (1) an mehreren solchen Bakterien, von LEIBSCHER (1) am *Proteus vulgaris*, von F. HUEPPE (1) an seinem *Bac. butyricus* sowie von LOEFFLER (1) am *Bac. liodermos*, *Bac. mesentericus vulgatus*, *Bac. lactis albus* und *Bac. butyricus*, von M. BLEISCH (1) an einer dem *Bacillus butyricus* HUEPPE sehr ähnlichen Bakterie. R. KRUEGER (1) glaubte 35 annehmen zu müssen, daß es die Buttersäure sei, welche der Milch einen bitteren Geschmack verleiht, und hielt deshalb alle Bakterien, welche Buttersäure erzeugen, für Urheber eines bitteren Geschmackes in der Milch. WEIGMANN (1) zeigte aber, daß weder die Buttersäure der bitter machende Stoff sei, noch daß alle Pepton- und Buttersäure erzeugenden 40 Bakterien Milch bitter machen müssen; er fand vielmehr eine die Milch bitter machende Bakterie, welche nicht den Buttersäure-Bakterien angehörte, sondern die kulturellen Eigenschaften von *Coli*- oder *Aerogenes*-Bakterien hatte. Diese Kontroverse zwischen KRUEGER und WEIGMANN glaubte F. HUEPPE (2) durch den Hinweis auf das durch viele 45 Bakterien erzeugte „echte Pepton“, das bitter schmecke, schlichten zu können. Es seien namentlich die sogen. Heu- und Kartoffelbazillen und die Buttersäure-Bakterien, deren Sporen der üblichen Sterilisierung von Milch im strömenden Dampf widerstehen und beim nachfolgenden Auswachsen die Milch chemisch verändern und durch Bildung von Pepton 50 bitter machen. Es handelt sich in den in der praktischen Milchwirtschaft vorkommenden Fällen von bitterer Milch jedoch nicht immer um die Wirkung von Bakterien der genannten Gruppe, sondern wahrscheinlich zumeist um die verflüssigender Mikrokokken und mancher Varietäten

von *Coli*- oder von *Aerogenes*-Bakterien. So fanden H. W. CONN (1) und E. VON FREUDENREICH (1) je einen verflüssigenden Mikrokokkus, welcher Milch stark bitter macht. Beide gehören zu den Säure und Lab bildenden Kokken, da sie bei saurer Reaktion peptonisieren. Dem CONN'schen Kokkus kommt aber noch die Eigentümlichkeit zu, Milch zugleich schleimig zu machen, was der *Micrococcus casei amari* E. VON FREUDENREICH — so genannt, weil er auch Käse bitter macht und in bitterem Käse gefunden wurde — nicht tut. E. VON FREUDENREICH gelang es übrigens, aus bitter schmeckendem Rahm auch einen *Bacillus liquefaciens lactis amari* zu züchten. Dieser, die Gelatine verflüssigende Bazillus bringt Milch ohne Säurebildung, also durch ein Labenzym, zur Gerinnung, wobei der anfänglich süße Geschmack bald in einen stark bitteren übergeht. Auch E. VON FREUDENREICH ist der Ansicht, daß das Auftreten des bitteren Geschmacks in Milch und Käse in der Praxis nicht den Bakterien der Klasse der Heu- und Kartoffelbazillen zugeschrieben werden kann und daß es, wenigstens in manchen Fällen, nicht eigentlich vom Pepton sondern von besonderen Bitterstoffen verursacht werde, weil manche Bakterien der genannten Klasse trotz der Bildung von viel Pepton keinen bitteren Geschmack verursachen. In der stark bitteren Milchkultur des *Bac. liquefaciens lactis amari* sind von ST. BONDZYNSKI (1) auch solche Bitterstoffe nachgewiesen worden. C. J. KONING (1) gibt zwar an, daß in den heißen Monaten die Bakterien der *Mesentericus*-Gruppe die Ursache von bitterer Milch seien; es fehlen dieser Angabe jedoch die Nachweise.

Daß auch Hefen das Bitterwerden von Milch verursachen können, haben O. CALLAGHAN (1) und nach ihm F. C. HARRISON (1) gezeigt. In einer der größten kanadischen Käsereien (Cheddar-Käse) war es einige Jahre hindurch beobachtet worden. Die Flora solcher mit einem eigentümlichen Geruch behafteten bitteren Milch bestand in der Hauptsache aus der den Fehler verursachenden Hefe (*Torula amara* HARRISON), *Bacterium coli*, *Bact. lactis aerogenes* und *Bac. subtilis*. Nachforschungen über die Herkunft der *Torula* hatten das Ergebnis, daß sie von Ahornbäumen (*Acer saccharinum* und *A. rubrum*) aus, auf denen sie zu leben scheint, in die zur Trocknung und Auslüftung darunter gestellten Milchkannen gelangt war. Sie verursacht in Milch bei 37° C schon nach 5—6 Stunden einen schwach bitteren Geschmack, der nach 14 Stunden stark und unangenehm ist. Nach einigen Tagen entwickelt die in Gärung versetzte Kultur einen Geruch nach Pflaumenkernen und einen adstringierenden bitteren Geschmack. Nach 10 Tagen erscheint die Milch etwas geronnen und schwach sauer; sie hat dabei ein schwaches esterartiges Aroma, das aber nicht aus einem Buttersäureester besteht, da Buttersäure nicht erzeugt wird. Die Bildung von Pepton konnte nachgewiesen werden. Von Zuckerarten werden Rohr-, Trauben- und Milchzucker leicht vergoren; Magermilch mit 3,76 Proz. Milchzucker enthielt nach achttägiger Vergärung nur noch Spuren von Zucker, dagegen 3 Proz. Alkohol. Mannit wird nur schwach vergoren. Die *Torula amara* ist ziemlich hitzebeständig, da sie beim Ausspülen der Gefäße mit kochend heißem Wasser nicht abgetötet wird, und außerdem verträgt sie kräftige Säuerung.

Ebenso wie WEIGMANN hat auch HARRISON die Beobachtung gemacht, daß manche Varietäten des *Bact. lactis aerogenes* Milch bitter machen. Damit stimmt eine Angabe von C. DAMMANN (1) überein, wonach bei Euterentzündungen bittere Milch auftritt.

§ 54. Gärende, nicht gerinnende, käsige Milch, nicht verbutternder Rahm, faulige und stickige Milch.

Häufiger als die in dem vorhergehenden Paragraphen besprochenen Milchfehler, welche mehr zufälliger Natur sind, kommen solche vor, deren 5 Ursprung teils in einer schlechten Stallhaltung teils in einer unrationellen Behandlung der Milch zu suchen ist. Sie sind es, welche wenigstens zu gewissen Zeiten — etwa dann, wenn das Futter und die Streu knapp werden, — oder bei der Darreichung gewisser Futtermittel an das Milchvieh in den Meiereien fast täglich, periodenweise ununterbrochen be-10 merkt werden und die Herstellung guter Produkte erschweren, bei Mangel der entsprechenden Einrichtungen sogar unmöglich machen.

Gärende oder schäumende Milch wird wohl selten beobachtet, um so häufiger machen sich aber ihre Wirkungen bei der Verarbeitung der Milch, speziell bei der Verarbeitung zu Käse, bemerkbar. Die Er-15 reger der Erscheinung können natürlich nur kräftig Gas erzeugende Mikroorganismen sein, und am häufigsten werden als solche die Varietäten der Sammelart *Bacillus aerogenes* sowie die verschiedenen milchzuckervergärenden Hefen gefunden. Etwas seltener wohl wird die Gaserzeugung durch Buttersäure-Bakterien und *Clostridium polymyxa* Praž-20 mowski, das allerdings in Milch recht häufig vorkommt, bewirkt. Ein Fall von gärender und zugleich frühzeitig gerinnender Milch ist schon auf S. 194 mitgeteilt worden. A. Köster (1) fand in gärender, nach Fruchtester riechender Milch einen „kokkenähnlichen Bazillus".

Einige andere Milch- und Rahmfehler, wie die nicht gerinnende 25 Milch und der nicht säuernde Rahm, der nicht verbutternde Rahm, die käsige Milch und der käsige Rahm sind Erscheinungen, die in der Hauptsache einen gemeinsamen Ursprung haben, sich aber je nach den Begleitursachen verschieden äußern. Das Gemeinsame in der Erscheinung besteht darin, daß die Milch nicht in der gewohnten Weise 30 säuert, sondern mehr oder weniger aufgelöst wird, was seinen Grund darin hat, daß es in der Milch an Milchsäure-Bakterien mangelt und an deren Stelle andere Organismen ihre Wirkung ausüben. Speziell bei der nicht säuernden Milch tritt das Peptonisierungsvermögen einer in solchem Falle vorhandenen größeren Menge von peptonisierenden Bakterien in den Vorder-35 grund. Die Milch behält, obwohl sie säuerlich zu werden beginnt, ihre flüssige Beschaffenheit, scheidet wohl auch nach mehreren Stunden einen Bodensatz ab, der jedoch sehr weich und schleimig ist, wird dabei aber in den oberen Schichten mehr und mehr dünnflüssig und wässerig hell. Solche Milch wie auch der Rahm von ihr können dann nur sehr schwierig 40 verbuttert werden (nicht verbutternder Rahm), weil das Schlagen im Butterfasse wohl ein überaus starkes Schäumen, nicht aber die Vereinigung der Fettkügelchen zur Folge hat. Man kann das letztere nur unter Anwendung höherer Temperatur und mit gleichzeitigem starken Verlust an Ausbeute erreichen und erzielt außerdem ein Produkt von 45 schlechter Qualität. In einem solchen Falle sind von H. Weigmann und G. Zirn (1) außer dem den seifigen Geschmack der Milch bewirkenden Bazillus noch vier andere peptonisierende Bakterien gefunden worden. Erfahrungsgemäß kommt solche nicht verbutternde Milch leicht dann vor, wenn im Stalle ein (wenn auch nur schwach) von Schimmel be-50 fallenes Stroh oder auch Heidekraut, Laub etc. als Streu Verwendung finden, oder wenn die Kühe auf eine Weide gehen, auf welcher viel

Sumpf-Schachtelhalm (Duwock, *Equisetum palustre*) wächst. Ob es sich in letzterem Falle um einen Einfluß des im Duwock enthaltenen Giftstoffes auf die physikalische und chemische Beschaffenheit der Milch oder um eine bakterielle Erscheinung handelt, ist mit Sicherheit nicht ermittelt. Es scheint aber, als ob unter solchen Verhältnissen, wie auch bei einzelnen Kühen zufolge VAN DER ZANDE (1), das Wesen der nicht gerinnenden Milch mehr chemischer Natur wäre.

Sind in der Milch von peptonisierenden Bakterien solche überwiegend, welche mehr Lab als Trypsin abscheiden, und sind gleichzeitig auch säuernde und Gas erzeugende Organismen vorhanden, dann entsteht die sogen. käsige Milch. Bei der Untersuchung solcher haben H. WEIGMANN und TH. GRUBER (1) neben Milchsäure-Bakterien größere Mengen eines Säure und Lab bildenden Kokkus gefunden. Sind Gas erzeugende Organismen (*Aerogenes*-Bakterien, *Torula*-Arten, *Clostridium polymyxa* oder Erreger von Buttersäuregärung) in größerer Zahl vorhanden, so scheidet sich im fortgeschritteneren Stadium der Erscheinung das Casein in einer klumpigen, schwammigen Masse aus und schwimmt obenauf.

Die Ursache der fauligen Milch dürfte in einem überwiegenden Auftreten von *Coli*- und *Aerogenes*-Bakterien sowie von anderen, Casein und Milchzucker zersetzenden Bakterien zu suchen sein. Wie schon auf S. 106 erwähnt ist, haben die erstgenannten Bakterien die Eigenschaft, in der Milch nach einigen Tagen einen unangenehmen, scharfen, salzigen, fauligen bis ekelerregenden Geschmack zu erzeugen, der, wenn Buttersäure erzeugende und das Casein kräftig zersetzende Bakterien, wie der in allen solchen Fällen nicht seltene *Bac. fluorescens liquefaciens*, mitwirken, sich auch schon bald nach der Gewinnung der Milch bemerkbar machen kann. In einem solchen, im 12. Kapitel noch zu erwähnenden Fall hat C. O. JENSEN (1) aus der bald nach der Gewinnung süßlich-faulig schmeckenden Milch ebenfalls eine zu den *Coli*-Bakterien gehörige, von ihm *Bac. foetidus lactis* genannte Bakterie gefunden. Einen fauligen Geschmack und Geruch hat die Milch auch bei Rübenfütterung: Näheres darüber auf S. 218.

Ungefähr die gleiche Erscheinung wie die faulige ist wohl die stickige Milch. Sie entsteht, wenn frisch gemolkene Milch in zugedeckten Kannen ungekühlt stehen bleibt; beim Oeffnen des Deckels einer Kanne mit solcher Milch bemerkt man dann einen unangenehmen scharfen Geruch. Es ist offenbar der Mangel an Luft, welcher in diesem Falle bewirkt, daß anaerobe und fakultativ anaerobe Bakterien ihren für den Geruch und Geschmack der Milch schädlichen Einfluß bemerklich machen.

§ 55. Schleimige Milch.

Die schleimige und fadenziehende Milch ist einer jener Milchfehler, welche, abgesehen von den im vorhergehenden Paragraphen erwähnten, auch in der heutigen Milchwirtschaft noch ziemlich oft auftreten. Die Erscheinung besteht darin, daß die Milch nach einiger Zeit, mit oder ohne gleichzeitige Säuerung und eventuell auch Gasbildung, anfangs eine quallige, froschlaichartige Zooglöa enthält und dann eine mehr oder weniger stark schleimige Beschaffenheit annimmt, die so stark werden kann, daß die Masse beim Ausgießen oder beim Durchgehenlassen durch ein Sieb in sirupartigen langen Strähnen hervorquillt oder sich selbst in meterlange, feine, spinnwebenartige Fäden ausziehen läßt.

Ein Vergleich der Literatur über das Schleimigwerden der Milch mit der über dieselbe Erscheinung bei Wein, Zuckerlösungen und zuckerhaltigen Rüben und Knollen ergibt, daß es sich dabei um verschiedene Organismen handelt und deshalb um verschiedene Gärungen. Beim 5 Schleimig- bezw. Fadenziehendwerden der Milch hängt der Charakter der Umsetzung ebenfalls von der Art des Erregers ab.

Nach den bisher vorliegenden Untersuchungen darf man unter den weiter unten näher charakterisierten Erregern der schleimigen Milch wohl zwei (vielleicht sogar drei) Gruppen unterscheiden. Eine Gruppe 10 gehört offenbar den Milchsäure-Bakterien an. Der Form nach Kokken, Streptokokken oder Kurzstäbchen, bilden sie neben Schleim viel Säure, deren Natur als Milchsäure teilweise direkt erwiesen ist, und fällen Casein aus, das nicht wieder gelöst wird, sondern zur Verdickung der schleimig gewordenen Substanz stark beiträgt. Als feststehend darf die 15 Zugehörigkeit des Organismus der sogen. langen Wei (s. § 56), des *Streptococcus hollandicus*, zu den Milchsäure-Bakterien der Sammelart *Streptococcus lacticus* angesehen werden, nachdem sowohl H. Weigmann (2) wie auch M. W. Beijerinck (1) gezeigt haben, daß er nach längerer Züchtung bei Bruttemperatur seine Fähigkeit, Schleim zu bilden, ver- 20 liert und nur noch säuert, und nachdem Weigmann (3) auch darauf hingewiesen hat, daß umgekehrt Milchsäure-Bakterien sehr leicht dazu neigen, Milch schleimig zu machen, was neuerdings von Utz (1) bestätigt wird. Sehr wahrscheinlich gehören zu dieser Gruppe auch der *Micrococcus viscosus* Schmidt, der Leichmann'sche Bazillus der schleimigen 25 Milch, der *Micrococcus mucilaginosus* St. von Rátz, sowie das von R. Burri aus schleimiger Molke isolierte Kurzstäbchen, das er selbst schon mit dem *Bacterium Güntheri* identifiziert. Nachdem schon (s. S. 107—108) von O. Emmerling ermittelt worden ist, daß *Bacterium lactis aerogenes* unter Bildung von Galactan Milchzuckerlösungen schleimig machen kann, 30 und dies von O. Jensen bestätigt worden ist, hat Fr. Schardinger (1) aus unreinem Trinkwasser einen den *Aerogenes*-Bakterien zugehörigen Bazillus isoliert, der Milch stark fadenziehend macht und Galactan (und Mucin) erzeugt. Es finden sich also auch unter den Milchsäure-Bakterien der *Aerogenes*-Gruppe Bakterien der schleimigen Milch. Unter 35 diese darf auch der *Bacillus Guillebeau c* E. von Freudenreich sowie der *Bacillus lactis pituitosi* Loeffler gerechnet werden.

Eine andere Gruppe enthält verflüssigende und nicht-verflüssigende Bakterien und Kokken, die meist bei schwach saurer oder neutraler, vielleicht auch bei alkalischer Reaktion Eiweißkörper auflösen. Dazu 40 gehören die nicht-verflüssigende Wasserbakterie *Bacillus lactis viscosus* Adametz, die von Guillebeau aufgefundenen verflüssigenden Bakterien *Micrococcus Freudenreichii* und *Bacterium Hessii*, der *Carphococcus pituitoparus* Hohl, der *Coccus lactis viscosi* Gruber und vielleicht die beiden schon von E. Duclaux angegebenen Bakterien *Actinobacter du lait vis-* 45 *queux* und *Actinobacter polymorphus*.

Auch von den sogen. Kartoffelbazillen nahm man an, daß sie Milch schleimig machen. F. Hueppe (1) hat aber schon vor längerer Zeit gezeigt, daß dabei ein Schleimigwerden der Flüssigkeit selbst, namentlich des Serums, nicht eintritt, sondern daß nur der Rahm wie auch die aus- 50 geschiedenen Caseinmassen eine mehr schmierige als schleimige Beschaffenheit annehmen. Aehnlich wirkt nach C. Flügge der *Bac. mesentericus fuscus*. Diese Bakterien zählen also, wie auch schon E. Kramer (1) behauptet hat, nicht zu denen der schleimigen Milch, was nicht ausschließt,

daß unter besonderen Umständen die eine oder andere diese Eigenschaft annimmt.

In betreff des chemischen Charakters des schleimigen Stoffes kann auf die §§ 59 und 60 des 11. Kapitels des I. Bandes verwiesen werden. In den meisten Fällen darf der Schleimstoff als eine Lösung der stark 5 verquollenen Bakterienmembran angesehen werden; bei einigen Arten aber scheint die schleimige Beschaffenheit von der Bildung eines schleimigen eiweißartigen Körpers abhängig zu sein. So soll nach Fr. Schardinger das von seinem Bazillus gebildete Galactan das Schleimigwerden erst in Verbindung mit einem mucinartigen Körper 10 bewirkt haben. Daß der vom *Streptococcus hollandicus* erzeugte Schleimstoff eiweißartigen Charakters ist, ist schon von Weigmann vermutet und von O. Henzold (1) bestätigt worden. Ebenso stellte C. Goethart (1) fest, daß der aus einer Kultur der genannten Bakterien in Milchzucker- oder Traubenzucker-Bouillon mittelst salzsäurehaltigen Alkohols gefällte 15 Schleimstoff 10—12 Proz. Stickstoff enthielt und die Reaktionen eines Mucinkörpers gab.

Die erste Beschreibung einer Bakterie der schleimigen Milch ist von E. Duclaux (2) gegeben worden. Diese, *Actinobacter du lait visqueux*, ist ein von einer Schleimhülle umgebenes Stäbchen, das Milch 20 koaguliert und das Coagulum wieder auflöst. Der Milchzucker wird teilweise zerstört, teilweise in Alkohol und Essigsäure verwandelt. In der Anaerobiose werden Kohlensäure und Wasserstoff erzeugt. Eine andere von Duclaux (3) beschriebene Bakterie, *Actinobacter polymorphus*, soll die Milch noch schleimiger machen als die erstgenannte. Eine ge- 25 nauere Untersuchung von schleimiger Milch, namentlich nach der chemischen Seite hin, ist zuerst von A. Schmidt (-Mühlheim) vorgenommen worden. Der Erreger, den Schmidt (1) allerdings nicht reingezüchtet hat, war ein Streptokokkus. Das Material für den schleimigen Körper gibt hierbei der Milchzucker ab; jedoch auch andere Zuckerarten, wie 30 Rohrzucker, Traubenzucker und auch Mannit, geben schleimige Lösungen. Eine Milch mit nahezu 5,0 Proz. Milchzucker enthielt 10 Tage, nachdem sie schleimig geworden war, nur noch 2,37 Proz. Außer dem schleimigen Körper waren noch Milchsäure und eine andere, flüchtige Säure, nicht aber Kohlensäure gebildet worden. Das Temperatur-Optimum liegt zwischen 35 30 und 40° C. Auch F. Hueppe (3), der, wie schon erwähnt, den Nachweis erbrachte, daß die sogen. Kartoffelbazillen ein wirkliches Schleimigwerden der Milch nicht verursachen, hat als die Erreger eines solchen Kokken erkannt, die einen Teil des Milchzuckers in einen, Viscose genannten, stark fadenziehenden Körper verwandelten. 40

Der *Bacillus lactis pituitosi* von F. Loeffler (1) ist ein ziemlich dickes, leicht gebogenes Stäbchen, das leicht in kokkenähnliche Stücke zerfällt und scheinbar unbeweglich ist. Seinen kulturellen Eigenschaften nach darf er nach Schardinger's Meinung zur Sammelart *Bacillus aerogenes* gerechnet werden. Er läßt bei schwach saurer Reaktion in Milch 45 namentlich in der Tiefe ein starkes Schleimigwerden entstehen. Hierher ist auch der von A. Guillebeau (1) als Erreger einer Euterentzündung und von E. von Freudenreich (2) als die Ursache von Blähungen im Käse erkannte *Bacillus Guillebeau c* zu stellen. Er bildet auf Gelatine weiße, zähe, unregelmäßig gebuchtete, an der Gelatine festklebende, 50 fadenziehende Kolonien, und das Schleimigwerden der Milch geht unter gleichzeitiger Säuerung und Gerinnung vor sich. A. Macfadyen (1) hat als Umsetzungsprodukte von Traubenzucker als Hauptprodukt Milchsäure,

außerdem Essigsäure, Aethylalkohol, Kohlensäure und Wasserstoff festgestellt.

Ein weiterer Erreger der schleimigen Milch ist von L. ADAMETZ (3) in Bachwasser gefunden worden. Dieser *Bacillus lactis viscosus* ist ein 5 kurzes Stäbchen, das die zähflüssig gewordene Milch allmählich in eine durchscheinende, honigartige Substanz verwandelt. Es wird also das Casein gelöst, und aus dem Umstande, daß die fadenziehende Substanz auch in kohlenhydratfreier Peptonlösung entsteht, kann geschlossen werden, daß dieselbe aus eiweißartigen Stoffen gebildet wird. Immerhin 10 glaubt auch ADAMETZ, daß der Schleimstoff aus der gequollenen Membran der Bakterie bestehe. Dieser Bazillus scheint in der Natur ziemlich verbreitet zu sein. So hat ihn ARCH. R. WARD (1) in mehreren Fällen von schleimiger Milch in nordamerikanischen Meiereien konstatiert, ebenso H. ECKLES (1) in 12 Fällen. Auch in der Luft von Meiereien 15 und in der Stalluft ist er von diesem wie von CH. E. MARSHALL (1) gefunden worden. H. WEIGMANN und TH. GRUBER (1) wiesen ihn in großen Mengen in einem mit Jauche infiltrierten Tiefbrunnenwasser nach.

Zwei von A. GUILLEBEAU (2) beschriebene Bakterien der schleimigen Milch sind der *Micrococcus Freudenreichii* und das *Bacterium Hessii*. Der 20 erstere, in Milch aus der Umgebung von Bern gefunden, verflüssigt Gelatine und zeichnet sich durch ein besonders ausgeprägtes Vermögen, Milch schleimig zu machen, aus. In nicht sterilisierter Milch tritt die Erscheinung bei Zimmertemperatur schon nach 5 Stunden auf. Nach N. BOCHICCHIO (1) wird der Schleimstoff aus Casein gebildet. Das 25 *Bact. Hessii* ist ein lebhaft bewegliches, an den Enden abgerundetes Stäbchen, das ein an den Wurzelbazillus erinnerndes Wachstum zeigt, Gelatine verflüssigt. Sterilisierte Milch wird bei etwa 20° C schon nach 14 Stunden schleimig, und nach anderthalb Tagen können aus der durch Säure geronnenen Milch lange Fäden ausgezogen werden. Die 30 Zähschleimigkeit der Milch ist bei 15° C stärker als bei höherer Temperatur. Besonders stark ist die Schleimbildung im Rahm, wo sich infolge Zusammenfließens der scheinbar freigelegten Fettkügelchen Butterklümpchen bilden.

Ein den Milchsäurebakterien angehörender Organismus ist sodann 35 von H. WEIGMANN (2) in der bei der Bereitung von Edamer Käse in Holland verwendeten sogen. langen Wei gefunden worden, von welcher der § 56 handelt. Auch der von G. LEICHMANN (1) beschriebene Bazillus der schleimigen Milch ist ein Säurebildner. Er wächst nur bei höherer Temperatur, läßt also auf Gelatine nur mikroskopisch sichtbare Kolonien 40 entstehen und bildet auf Agar bei Bruttemperatur kleine, rundliche, mit wurzelartigen Ausläufern versehene Gebilde. Die Stichkultur in Zuckergelatine zeigt ebenfalls zierliche, wurzelartige Ausstrahlungen. Milch wird bei Bruttemperatur nach 12 Stunden fadenziehend und sauer; bei zunehmender Säuerung tritt Gerinnung ein. Die Optimaltemperatur 45 dieses Bazillus liegt bei 45—50° C; bei 7 Stunden langer Einwirkung von 60° C blieb er noch lebensfähig und wurde erst bei zweistündiger Erhitzung auf 70° C getötet. Sowohl Lactose, Saccharose, Dextrose, Lävulose, Galactose und Maltose wie auch Dextrin, nicht aber Mannit, werden in schleimige Gärung versetzt. Die dabei entstehende Säure 50 ist Milchsäure. Gas wird nicht gebildet, dagegen in geringer Menge Aethylalkohol.

Der von ST. VON RÁTZ (1) aus schleimiger Milch isolierte Streptokokkus, von MIGULA mit dem Namen *Micrococcus mucilaginosus* belegt,

ist eine Milchsäurebakterie und macht namentlich den Rahm stark fadenziehend, während die darunter befindliche Milch nur schwach schleimig, nicht aber fadenziehend ist. Er verliert bei fortgesetzter Züchtung leicht die Eigenschaft, Milch schleimig zu machen, behält aber die, zu säuern, bei. Eine von R. Burri (1) aus fadenziehender Molke einer Emmentaler Käserei gezüchtete Bakterie ist von diesem selbst mit *Bacterium Güntheri* identifiziert worden. Ein besonderes Merkmal für sie besteht darin, daß sie sich auf den Kulturnährböden mit einer trüben Mantelzone umgibt. Sie macht sterilisierte Milch nicht schleimig, nichterhitzte dagegen kräftig fadenziehend. Der von Fr. Schardinger (1) aus Trinkwasser isolierte Bazillus macht Milch unter lebhafter Gasentwicklung und Bildung eines angenehm säuerlichen und alkoholischen Geruchs schleimig (*Aerogenes*-Art).

Zu den Säure nicht erzeugenden Bakterien der schleimigen Milch gehört der von Streustroh stammende *Carphococcus pituitoparus* Hohl (1). Obwohl Gelatine nicht verflüssigend, löst er Casein, indem er Milch bei längerer Kultur in eine homogene, weißlich helle bis schwach gelbliche, schleimige Masse mit etwas alkalischer Reaktion verwandelt. In Bouillonkultur wird Schwefelwasserstoff gebildet. Milchzucker und Traubenzucker werden nicht angegriffen.

Peptonisierend, säuernd und schleimig machend auf Milch wirkt der von Th. Gruber (1) beschriebene *Coccus lactis viscosi*. Er bildet auf Gelatine kleine, in einer Verflüssigungsschale liegende Kolonien, dabei die Gelatine fadenziehend machend, auf Kartoffeln bräunlich-goldgelbe Streifen. Traubenzucker fördert das Wachstum, nicht aber Milchzucker. Bei Bruttemperatur tritt das Säuerungs- und Peptonisierungsvermögen der Bakterie in den Vordergrund, so daß die Milch gerinnt und dann wieder gelöst wird, während bei Zimmertemperatur das Schleimigwerden kräftiger einsetzt und ein Gerinnen nicht zustande kommt. Die Bakterie unterscheidet sich von den übrigen aber besonders dadurch, daß sie in Tetradenform auftritt.

§ 56. Lange Wei und schwedische Dichtmilch.

Unter langer Wei versteht man eine fadenziehende Molke, welche in Holland seit mehreren Jahren bei der Herstellung von Edamer Käse ziemlich allgemein Verwendung findet. Diese letztere scheint schon ziemlich alt zu sein, sie ist aber erst allgemeiner geworden durch eine von einem Bauer Namens P. C. Boekel (1) verfaßte Schrift und den Hinweis J. Persyn's (1) auf die Bedeutung der Wei. Der Erreger der langen Wei wächst nach H. Weigmann (2) auf Peptongelatine kaum und auch auf zuckerhaltigen Nährböden in nur sehr kleinen, makroskopisch schwer sichtbaren, kreisrunden, hellen Kolonien. M. W. Beijerinck (1) bestätigt, daß der *Streptococcus hollandicus* — welchen Namen der Organismus von F. Hueppe erhalten hat — eine mit der Eigenschaft der Schleimbildung ausgerüstete Milchsäurebakterie ist und daß diese Eigenschaft leicht verloren geht. Noch eingehendere Beschreibungen, als die bereits genannten Autoren, geben J. W. C. Goethart (1) und F. W. J. Boekhout (1). Beide finden, daß Form und Beschaffenheit der Kolonien und damit auch die Eigenschaften der Bakterie variieren, was namentlich Goethart zu weitgehenden, von Boekhout nicht bestätigten Schlüssen führt. Die Bakterie bedarf zu ihrem Wachstum der Eiweiß-

stoffe wie des Zuckers; von jenen eignen sich am besten die Eiweißstoffe der Milch oder Pepton (wie bei allen Milchsäurebakterien). Andere stickstoffhaltige Körper, wie Nitrate, Asparagin, Ammoniumsulfat, milchsaures, asparaginsaures und weinsaures Ammon und auch Hühnereiweiß, bieten 5 keinen Ersatz. Von den Zuckerarten veranlassen Milchzucker, nach GOETHART auch Dextrose und wahrscheinlich auch Lävulose, nach BOEKHOUT dagegen diese nicht sondern Galactose und Maltose, Schleimbildung. Die übrigen Zuckerarten, wie auch Mannit und Glycerin, dienen nur als Nahrung. Während, wie schon auf S. 201 erwähnt, 10 GOETHART den Schleimstoff für einen mucinartigen Körper hält, glaubt BOEKHOUT ihn für verquollene Zellmembran erklären zu müssen. Die vom *Streptococcus hollandicus* erzeugte Menge Milchsäure ist nach beiden Forschern 0,27 Proz. Wie die Milchsäurebakterien der Sammelart *Streptococcus lacticus* so ist auch der Erreger der langen Wei fakultativ 15 anaerob, und die Schleimbildung erfolgt ebenfalls nur unter den gleichen Bedingungen: starker Luftzutritt wie völliges Abschließen der Luft verhindern dieselbe. Das Optimum der Temperatur für den *Str. hollandicus* ist nach GOETHART und BOEKHOUT 21—22° C, nach ersterem verschiebt es sich aber nach der Variabilität desselben. Temperaturen von 60° C 20 während der Dauer von 5 Minuten und selbst von 50° C während 10 Minuten wirken tötend auf den Organismus ein. Auch der Austrocknung widersteht er nicht lange, am längsten hielt er sich in Milchzucker (24 Tage).

Wie bei der langen Wei in Molke so wird bei der schwedischen 25 Zähmilch oder Dichtmilch (tätmjölk), auch Langmilch (langmjölk), in Vollmilch das Schleimigwerden absichtlich herbeigeführt. Nachdem schon von H. WEIGMANN (4) in einigen aus Nordschweden stammenden Proben von tätmjölk eine dem *Streptococcus hollandicus* sehr nahe stehende, wenn nicht identische Bakterie ermittelt worden war, hat 30 G. TROILI-PETERSSON (1) dieselbe unter dem Namen *Bacterium lactis longi* eingehender beschrieben. WEIGMANN fand beim Erreger der tätmjölk insofern ein verschiedenes kulturelles Verhalten, als er bei dichter Aussaat eigentümlich S-förmige bis wurmförmige Tiefenkolonien beobachtete. Nach TROILI-PETERSSON haben die Kolonien auf Glycerin-Zucker-Gelatine 35 die gleiche Form wie die des *Bacterium lactis acidi*. In Bouillon ohne Zucker findet kein Wachstum statt, die Schleimbildung geht am besten mit Traubenzucker, weniger gut mit Milchzucker vor sich. Die Eiweißstoffe der Milch sind durch Pepton wie durch Hühnereiweiß und Eidotter ersetzbar, dabei wird aber kein Schleim gebildet, so daß TROILI-40 PETERSSON den Schleimstoff für ein Umwandlungsprodukt des Milchzuckers hält. Da das Casein infolge der Säurebildung sich ausscheidet, so hat die Forscherin das schleimige Serum durch Centrifugieren abgetrennt und den Schleimstoff durch Alkohol abgeschieden. Er behält bei der Aufbewahrung in trockenem Zustande seine Eigenschaft, sich in Wasser 45 schleimig zu lösen, bei, verliert sie aber bald in der wässerigen Lösung selbst. Reinkulturen behalten bei niedriger Temperatur ihre Lebenskraft bis zu 3½ Monaten und an Seidenfäden eingetrocknet bis über 5½ Monate. Das Temperaturoptimum liegt unter 20° C; die Temperatur von 60° C verträgt der Organismus nur eine halbe, nicht aber eine ganze 50 Minute.

§ 57. Blaue Milch.

Die auffallende und früher nicht seltene Erscheinung des Blauwerdens der Milch ist schon verhältnismäßig früh Gegenstand wissenschaftlicher Forschung gewesen. Nach B. MARTINY's (1) Angaben ist dies bereits im 18. Jahrhundert der Fall gewesen. Sodann hat STEINHOF (1) im Jahre 1838 den in einer mecklenburgischen Milchwirtschaft elf Jahre lang andauernden Fehler durch eine Räucherung der Räume mit Chlor verschwinden sehen und kam deshalb zu der Annahme, daß ein Ansteckungsstoff die Schuld trage. Diesen nachzuweisen, gelang C. J. FUCHS (1) im Jahre 1841; er nannte ihn anfangs *Vibrio cyanogenus*, später *Bacterium syncyaneum*. HAUBNER (1), der in den Jahren 1843 bis 1852 umfangreiche, bei MARTINY wiedergegebene Forschungen anstellte, kam, von den gärungsphysiologischen Anschauungen seiner Zeit beeinflußt, vom richtigen Wege wieder ab und schrieb die Ursache einem an das Casein der Milch gebundenen chemischen Ferment (Enzym) zu. Erst die Untersuchungen von F. NEELSEN (1) aus dem Jahre 1880 führten wieder zu dem organisierten Ferment als dem Erreger der blauen Milch, doch war es von NEELSEN noch nicht in Reinkultur erhalten worden. Dieses blieb F. HUEPPE (1) vorbehalten, der es im Anfang der achtziger Jahre reinzüchtete und als *Bacillus cyanogenus* beschrieb.

Der Verlauf der Erscheinung ist natürlich auch hier von der Art des Erregers, deren es einige gibt, abhängig. Bei der am meisten verbreiteten Art, dem HUEPPE'schen Bazillus, entstehen auf der Oberfläche der Milch zuerst größere oder kleinere Flecke, die sich bald ganz über dieselbe verbreiten, während die Milch sauer wird. Bei Magermilch tritt das Blauwerden erst am Rande auf und bildet dann auf der Oberfläche eine dünne Schicht von schwach blauer Färbung, die allmählich in eine azurblaue übergeht. Von dieser serösen Schicht aus erstreckt sich die Blaufärbung mit abnehmender Stärke in die untere Milch. Beim Aufrahmen fetter Milch zeigen sich auf dem Rahm nur wenige blaue Punkte, während die darunter stehende Milch schiefergrau ist. Das *Bacterium syncyaneum* (= *Bac. syncyaneus* = *Bac. cyanogenus*) ist ein kurzes, mittelstarkes Stäbchen, das infolge eines polar eingesetzten Büschels von Geißeln ziemlich beweglich ist. Entgegen HUEPPE haben C. FLÜGGE und L. HEIM (1) Sporenbildung nicht beobachtet. Auf Nährgelatineplatten entstehen nach zwei Tagen matte, ganzrandige, flachgewölbte Auflagerungen mit bläulichem Schein, welche später stärker gewölbt und schillernd werden. Bei etwas älteren Kulturen nimmt die umgebende Gelatine grüne, dann fluoreszierende, schließlich braune Färbung an. Eine Verflüssigung tritt nicht ein. Bei Abwesenheit von Pepton und noch mehr bei Zugabe von etwas Milchsäure (0.2—0.3 Proz.) ist das Wachstum ein besseres, da der Bazillus alkalische Reaktion verursacht. Auf Kartoffeln ist die Färbung der Kolonien wie der Kartoffeln selbst je nach dem Säuregehalt derselben etwas verschieden, und aus dem gleichen Grunde tritt die Bläuung in roher säuernder Milch besser hervor als in sterilisierter. In künstlichen Nährlösungen (COHN'scher, Althaea-Dekokt, solchen mit Harnstoff, Asparagin und Leucin u. dergl. m.) tritt grüne, in Gelbbraun übergehende Färbung auf. Die Farbstoffbildung entsteht, wie H. SCHOLL (1) gezeigt hat, auf Kosten von Eiweißstoffen, da sie auch ohne Zucker zustande kommt. Ueber die Natur des

Farbstoffes vergl. die Angaben von K. THUMM (1) in Bd. I, S. 394–395. Das *Bact. syncyaneum* besitzt gegen das Eintrocknen eine große Widerstandskraft, eine Eigenschaft, welche nach HEIM die Möglichkeit an die Hand gibt, die sonst leicht verloren gehende Befähigung der Farbstoff-5 bildung durch ein einfaches Verfahren zu erhalten. Man impft rohe in einem Kölbchen befindliche Milch mit der Bakterie, gießt sie aus, nachdem der Farbstoff voll aufgetreten ist, spült das Kölbchen mit Wasser aus und läßt es mehrere Wochen trocken stehen. HEIM hat nach achtwöchentlichem Trockenstehen des Kölbchens eingegossene Milch wieder 10 blau werden sehen. Damit steht im Einklang, daß der Fehler der blauen Milch in Milchwirtschaften auf einige Zeit verschwinden kann, um dann wieder aufzutreten. HAUBNER (1) fand die Bakterie bei einem 5 Jahre alten eingetrockneten Althaeaschleim noch virulent. Nach den Untersuchungen HEIM's wirkt eine Erhitzung auf 55° C während 10 Minuten oder eine 15 solche auf 75° C durch 5 Minuten oder 80° C durch 1 Minute tödlich.

Ein anderer in Milch blauen Farbstoff erzeugender Mikroorganismus ist der von W. ZANGEMEISTER (1) aufgefundene *Bacillus cyanofluorescens*, so genannt, weil bei ihm die Eigenschaft des Fluoreszierens mehr hervortritt (vergl. THUMM's α-Form des *Bact. syncyaneum*). Er bildet auf 20 der Oberfläche roher Milch runde, talergroße, dunkelblaue Flecke, unter denen die Milch geronnen und hellblau gefärbt ist. Der Farbstoff ist bedeutend dunkler, mehr berlinerblauartig, als der des *Bact. syncyaneum*. Der *Bacillus cyanofluorescens* ist ein kleines, oval geformtes Stäbchen, das an beiden Polen Geißeln besitzt und deshalb lebhaft beweglich ist. 25 Auf Gelatineplatten wächst es in Form von rundlichen, weißlichen Scheiben mit scharf und unregelmäßig gekerbten Rändern ohne zu verflüssigen und unter Hervorbringung eines intensiven Trimethylamingeruchs. Dabei nimmt die Gelatine kräftige Fluoreszenz an. In sterilisierter Milch erzeugt der Bazillus allein ebenfalls keine Färbung, auch 30 nicht wenn nachträglich Milchsäure zugesetzt wird, dagegen entsteht dieselbe bei gleichzeitigem Zusammenimpfen mit einer Milchsäurebakterie, wobei jedoch die Milchsäurebildung nicht zu rasch fortschreiten darf. Das Gleiche ist bei der Impfung roher Milch der Fall.

Außer diesen bisher in blauer Milch beobachteten Bakterien machen 35 noch die nachbenannten Wasserbakterien Milch blau oder violett und können demnach gelegentlich Erreger einer solchen Färbung in Milch werden. *Bacterium caeruleum* VOGES (1) färbt die Rahmschicht, nicht aber die darunter befindliche magere Milch (auch nicht bei öfterem Umschütteln) schön himmelblau. *Bacterium indigonaceum* CLAESSEN (1), von 40 LEHMANN und NEUMANN (1) so benannt, gibt der ganzen Milch eine blaugrüne Färbung. Das *Bacterium violaceum* SCHRÖTER (1) — welchem *Bact. janthinum* ZOPF, *Bac. violaceus* LAURENTIUS, MACÉ et LUSTIG, *Bac. lividus* FLÜGGE identisch, *Bac. membranaceus amethystinus* JOLLES und *Bac. membranaceus amethystinus mobilis* GERMANO zufolge LEHMANN 45 und NEUMANN (1) sehr ähnlich zu sein scheinen — färbt die meist flüssig bleibende ganze Milch oder wenigstens den Rahm violett.

Der im 13. Kapitel zu erwähnende *Bac. cyaneo-fuscus* BEIJERINCK (1) färbt Milch erst grün, dann blau und schließlich braun bis braunschwarz.

§ 58. Rote und gelbe Milch.

50 Eine rötliche Färbung der Milch kann auftreten, wenn bei Euterentzündungen und anderen Anlässen Blut in dieselbe gelangt (s. S. 193)

oder, was sehr viel seltener ist, wenn das Futter Kräuter mit einem roten Farbstoff enthält, wie Krapp (*Rubia tinctorum*) oder Labkraut (*Galium verum*), und ferner als Folge des Wachstums gewisser Bakterienarten. In letzterem Falle tritt der Farbstoff entweder nur an der Oberfläche in Form von Flecken, oder am Boden des Gefäßes als rötlicher Niederschlag auf, oder es ist auch die Milch durch die ganze Masse rot gefärbt. Es ist eine nicht geringe Zahl von Bakterien bekannt, welche roten Farbstoff erzeugen und auch die Milch rot zu färben vermögen; es sind bisher aber nur wenige davon in natürlicher roter Milch gefunden worden.

Am bekanntesten von den rotfärbenden Bakterien ist der *Bacillus prodigiosus*, ein (in Bd. I, Taf. II, Fig. 3 abgebildetes) Kurzstäbchen, das auf S. 91 des III. Bandes beschrieben ist. Ueber das Prodigiosin, den roten Farbstoff, vergl. Bd. I, S. 286 u. 395. Es ist eine sehr verbreitete Luftbakterie und fällt daher auch leicht auf offen stehende Milch, auf dessen Rahmschicht sie bei längerem Verweilen rote punktförmige Flecken bildet.

In gleicher Weise können rosafarbene Flecken durch sogen. Rosahefen entstehen, wie sie im 13. Kapitel des IV. Bandes beschrieben sind.

Aus einer durch die ganze Masse rot gefärbten Milch hat F. Hueppe im Jahre 1886 das *Bacterium lactis erythrogenes* isoliert und durch G. Grotenfelt (1) beschreiben lassen. Das kurze Stäbchen wächst auf Gelatine in gelben, die Gelatine erweichenden Kolonien unter gleichzeitiger schwacher Rotfärbung des umgebenden Nährbodens. Die Farbe ist aber nur dann intensiv, wenn die Kultur im Dunkeln gehalten wird. Auf Kartoffeln sind die Färbungen ähnlich. In sterilisierter Milch erfolgt zuerst infolge Labenzyms eine Caseinausscheidung und dann Peptonisierung, wobei sich die unter der Rahmschicht befindliche Milch anfangs schmutzigrot, dann rotbraun, schließlich aber blutrot, der Rahm selbst gelblich bis rötlich färbt. Der Bazillus scheidet also zwei Farbstoffe, einen gelben und einen roten, aus. Eine von A. Baginsky (1) in den Fäces diarrhöisch erkrankter Kinder gefundene Varietät bildet bei prachtvoll purpurroter Färbung der Gelatine grüne Kolonien.

Ein anderer in wirklich roter Milch gefundener Organismus ist die *Sarcina rosea* von K. Menge (1). Die Erscheinung ist von Menge nicht an Ort und Stelle beobachtet worden, die Milch war ihm vielmehr in einem Reagensröhrchen zugesandt worden und stellte so eine hauptsächlich aus Rahm bestehende, mit roten Streifen durchsetzte Flüssigkeit dar. Es ist deshalb anzunehmen, daß die Färbung auch beim natürlichen Auftreten hauptsächlich im Rahm erscheint. Die Sarcina bildet auf Gelatine rosettenartige, in der Mitte rotgefärbte Kolonien, welche sehr langsam verflüssigen. In steriler Milch entsteht nach 4—5 Tagen in der Rahmschicht eine Rosafärbung, welche an Intensität und Ausbreitung zunimmt, während sich gleichzeitig rote Bakterienmassen am Boden absetzen. Die Milch wird nicht weiter verändert und nimmt nur eine schwach alkalische Reaktion an. In roher Milch gelingt es nicht, den Fehler hervorzurufen, wenn sie normalerweise genügende Mengen von Milchsäurebakterien enthält. Wo aber solche Farbstoffbakterien oder überhaupt schädliche Bakterien sich finden, da sind gewöhnlich auch Schimmelpilze, Oidien, Hefen, peptonisierende und alkalisierende Bakterien in größerer Zahl anwesend, die dann die Milchsäurebakterien vor allem leicht in der Rahmschicht überwuchern und so den Farbstoffbakterien Gelegenheit geben, sich zu entfalten.

Die gleichen Umstände haben bei der Entdeckung des *Micrococcus cerasinus* durch G. Keferstein (1) vorgewaltet. Die rotgefärbte Milch stammte aus der Umgebung von Göttingen, und die Färbung dürfte hauptsächlich in der Rahmdecke auftreten; es ist das auch der Fall, wenn sterilisierte Milch mit der erkrankten Milch infiziert wird. Der Kokkus wächst auf Nährgelatine recht langsam und bildet kleine, runde, am Rande scharf abfallende Kolonien von leuchtend kirschroter Farbe, ohne Verflüssigung. Bessere Entwicklung tritt auf Agar ein. Die Farbstoffbildung wie überhaupt das Wachstum werden durch höhere Temperatur beeinträchtigt.

Von anderen Bakterien, welche sterilisierte Milch rot oder rosa färben sind folgende zu nennen: Ein von T. Matzuschita (1) gefundener, nicht sporulierender, lebhaft beweglicher, auf 5 Proz. Kochsalz haltenden Nährböden kräftig wachsender, für Meerschweinchen pathogener Spaltpilz, *Bacillus rubefaciens pyogenes*, färbt die Milch bei saurer Reaktion, aber ohne Koagulation rosa. Der die Milch an der Oberfläche fleischrot und alkalisch machende *Bacillus rubescens* von Jordan (1) gehört hierher, wie auch einige von H. W. Conn aus Milch gezüchtete Bakterien, wie der die Milch dick-schleimig und am Rande rot färbende *Micrococcus rubidus lactis*, der Rosafärbung und alkalische Reaktion verursachende *Micrococcus rosaceus lactis*, ferner die die Milch orangerot färbenden Bakterien *Nr. 151* und *Nr. 169* von Conn, der *Bacillus aureus lactis* und der *Bac. aureus minutissimus*. Der *Bacillus mycoides roseus* färbt die nach einigen Tagen peptonisierte Milch nach anderthalb Monaten eisenrostartig. Vielleicht ist auch der von M. Jolles und F. Winkler (1) in Margarine gefundene *Bacillus rosaceus margarineus* hierher zu zählen. Die *Sarcina erythromyxa* Overbeck (1) färbt Milch an der Oberfläche rot. Vom *Micrococcus roseus*, welchem *Microc. cerasinus* Keferstein und vielleicht auch *Sarcina rosea* Menge sehr nahe zu stehen scheinen, unterscheiden Lehmann und Neumann (1) zwei Typen: a) *Micr. roseus typicus* welcher in ungefärbter Milch einen rosenroten Bodensatz bildet, und b) *Micr. roseo-fulvus*, der auf der Rahmschicht und im Bodensatz gelbroten Farbstoff absetzt.

In der gelben Milch ist bereits im Jahre 1841 von C. J. Fuchs (1) ein Organismus als Ursache erkannt und von M. G. Ehrenberg als *Vibrio xanthogenus*, später als *Bacterium synxanthum* bezeichnet worden. J. Schröter (1) hat im Jahre 1870 die Untersuchung solcher Milch von Neuem aufgenommen und das *Bact. synxanthum* genauer beschrieben. Dasselbe ist danach ein lebhaft bewegliches, kurzes, dünnes Stäbchen, das Milch unter Hervorbringung einer starken Alkaleszenz durch die ganze Masse gelb färbt. Dabei wird das anfangs ausgeschiedene Coagulum wieder aufgelöst, wobei die Flüssigkeit schließlich zitronengelbe Farbe annimmt. Das Bakterium verträgt Säure nicht; es gelingt deshalb nur in süßer roher Milch, den Fehler zu erzeugen. Nach G. Grotenfelt (2) tritt die Gelbfärbung im Rahm auf, während das nach Ausscheidung des Caseins entstandene Serum rosenrot wird. Das *Bact. synxanthum* ist bisher die einzige die Milch gelb färbende Bakterie, welche in natürlich gelb gewordener Milch gefunden worden ist. Andere Bakterien mit dem gleichen Vermögen sind *Sarcina lutea* und *Sarcina flava* Stubenrath (1), das *Bacterium fulvum* Zimmermann, das außerdem noch einen orangefarbenen Bodensatz bildet, und *Bacillus ochroleucus* Prove (1), durch welchen Milch erst bläulich, dann gelb wird. Eine von R. Krueger (2) auf käsiger Butter gefundene Hefe, *Saccharomyces*

flava lactis, war die Ursache der tiefgelben Färbung derselben: vergl. Bd. IV, S. 180.

Die durch verschiedene fluoreszierende Bakterien in der Milch hervorgerufene grünlichgelbe Farbe ist in der Natur wohl deshalb noch nicht beobachtet worden, weil diese Bakterien gegen Säure sehr empfindlich sind und deshalb in roher Milch nicht soweit zur Entwicklung kommen, daß ihr Farbstoff auffällt.

Literatur

zum Kapitel Die Milchfehler.

***Adametz,** L., (1) Abnormale Reifungsvorgänge beim Käse, Bremen, 1893. — (2) Journ. f. Landw., 1894, Bd. 42, S. 231. — (3) Landw. Jahrbücher, 1891, Bd. 20, S. 185. ***Baginsky,** A., (1) Dtsch. Medizinalztg., 1889, Nr. 9, und Dtsch. med. Wochenschr., 1889, Nr. 11; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 6, S. 137. ***Beijerinck,** M. W., (1) Bot. Ztg., 1891, Bd. 49, S. 704. ***Bleisch,** M., (1) Z. f. Hyg., 1893, Bd. 13, S. 81. ***Bochicchio,** N., (1) Staz. sperim. agr. ital., 1894, Bd. 27, S. 339. ***Boekel,** P. C., (1) Handleiding voor Kaasbereiding. Amsterdam 1887. ***Boekhout,** F. W. J., (1) Landbouwkundig Tijdschrift, 1897, Afl. 1, S. 49, u. Afl. 3, S. 145. ***Bondzynski,** St., (1) Cit. n. Freudenreich (1). ***Burri,** R., (1) Schweizer landw. Centralbl., 1903, und Molkerei-Ztg., Berlin, 1903, Bd. 13, S. 145. ***Callaghan,** O., (1) New South Wales Agr. Gaz., 1899, Bd. 10, S. 882. ***Claessen,** H., (1) Centralbl. f. Bakt., 1890, Bd. 7, S. 13. ***Conn,** H. W., (1) Centralbl. f. Bakt., 1891, Bd. 9, S. 653. — (2) 16. Rep. Storrs Agric. Exper. Stat., Storrs Conn., 1899, S. 13. ***Conn,** H. W., und **Esten,** W. M., (1) Revue générale du lait, 1901/02, Bd. 1, S. 121. ***Dammann,** C., (1) Gesundheitspflege d. landw. Haussäugetiere. Berlin, 1892. ***Duclaux,** E., (1) Ann. de l'Inst. Agron., 1878. — (2) Ebenda, 1882, und Principes de laiterie. Paris, 1894. (3) Traité de microbiologie, 1883, und Encyclopédie chimique par Frémy, 1887, Bd. 9, S. 562. ***Eckles,** H., (1) Cit. n. Ward (1). ***Eichholz,** W., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 631, und Arbeiten d. Versuchsst. f. Molkereiw. Kiel, 1903, Bd. 3, S. 77. ***Freudenreich, E. von,** (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1894, Bd. 8, S. 135. — (2) Ann. de micrography., 1889/90, Bd. 2, S. 353. ***Fuchs,** C. J., (1) Gurlt und Hertwigs Magaz. f. d. ges. Tierheilkunde, Berlin, 1841, S. 182. ***Goethart,** J. W. C., (1) Landbouwkundig Tijdschrift, 1897, Afl. 5, S. 261. ***Griffiths,** W. E., (1) Cit. n. Harding, Rogers u. Smith (1). ***Grotenfelt,** G., (1) Fortschr. d. Medizin, 1889, Bd. 7, S. 41. — (2) Cit. n. Lehmann und Neumann (1). ***Gruber,** Th., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 785. ***Guillebeau,** A., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1890, Bd. 4, S. 27. — (2) Ebenda, 1891, Bd. 5, S. 135. ***Guillebeau,** A., und **Hess,** E., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1891, Bd. 5, S. 30. ***Harding,** H. A., **Rogers,** L. A., und **Smith,** G. A., (1) New York Agric. Exper. Stat. Geneva N. Y., 1900, Bull. Nr. 183. ***Harrison,** F. C., (1) Revue générale du lait, 1902, Bd. 1, S. 457. ***Haubner,** (1) Magaz. f. d. ges. Tierheilkunde, 1852, Bd. 18, S. 1. ***Heim,** L., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1889, Bd. 5, S. 518. ***Henzold,** O., (1) Jahresb. d. Versuchsst. f. Molkereiw. Kiel, 1890/91. ***Herz,** Fr. J., (1) Mitt. d. milchw. Vereins im Allgäu, 1892, Bd. 3, S. 9; ref. in Milchztg., 1892, Bd. 21, S. 138. ***Hohl,** J., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1902, Bd. 16, S. 342, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 338. ***Hueppe,** F., (1) Mitt. kais. Ges.-Amt, 1884, Bd. 2, S. 309. — (2) Berl. klin. Wochenschr., 1891, Bd. 28, S. 717. — (3) Dtsch. mediz. Wochenschr., 1884, Bd. 10, S. 777. ***Jensen,** C. O., (1) 22. Beretning kgl. Veter.- og Landbohojsk. Laborat. f. landök. Forsög. Kopenhagen, 1891, S. 1. ***Jolles,** M., und **Winkler,** F., (1) Z. f. Hyg., 1895, Bd. 20, S. 60. ***Jordan,** (1) Cit. n. Sternberg (1). ***Keferstein,** G., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1897, Bd. 21, S. 177. ***Köhnke,** O., (1) Die Fehler der Milch und der Butter. Osterwieck im Harz 1886. ***Köster,** A., (1) Mitteil. d. landw. Instituts d. Univers. Leipzig, 1897, Bd. 1, S. 167. ***Koning,** C. J., (1) Revue générale du lait, 1904/05, Bd. 4, S. 9. ***Kramer,** E., (1) Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Mathem.-naturw. Klasse, 1889, Bd. 98, Abt. 2. ***Krueger,** R., (1) Molkereiztg., 1890, Bd. 4, S. 349. — (2) Centralbl. f. Bakt., 1890, Bd. 7, S. 425. ***Lehmann,** K. B., und **Neumann,** R., (1) Atlas u. Grundriß d. Bakteriologie etc., 2. Aufl., München 1899. ***Leibscher,** (1) Wiener landw. Ztg., 1883. ***Leichmann,** G., (1) Landw. Versuchsstationen, 1894, Bd. 43, S. 375. ***Loeffler,** F., (1) Berl. klin. Wochenschr., 1887, Bd. 24, S. 607. ***Loew,** O., (1) Bull. Soc. Chimique de Paris, 1883, Bd. 39, S. 557. ***Macfadyen,** A., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1890, Bd. 4, S. 64. ***Marshall,** Ch. E., (1) Cit. n. Ward (1). ***Martiny,** B., (1) Die Milch, ihr Wesen und ihre Verwertung. Danzig 1871. ***Matzuschita,** T., (1) Centralbl. f.

Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 377. ***Meissl,** (1) Bull. Soc. Chimique de Paris, 1883, Bd. 39, S. 556. ***Menge, K.,** (1) Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 6, S. 596. ***Nägeli, C. von,** (1) Theorie d. Gärung. München 1879. ***Neelsen,** F., (1) Beitr. z. Biol. d. Pflanz., 1880, Bd. 3, S. 187. ***Nencki, M.,** (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1891, Bd. 5, S. 69. ***Overbeck,** A., (1) Nova Acta Acad. Leopold-Carol., Halle, 1891, Bd. 55, S. 399. ***Pasteur,** L., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1861, Bd. 52, S. 344. ***Persyn,** J., (1) Milchztg., 1889, Bd. 18, S. 421. ***Pott,** E., (1) Die landw. Futtermittel, Berlin, 1889. ***Prove,** O., (1) Beitr. z. Biol. d. Pflanz., 1887, Bd. 4, S. 409; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1887, Bd. 2, S. 498. ***Rátz,** St. **von,** (1) Arch. f. Tierheilkunde, 1890, Bd. 16, S. 100. ***Ritz,** (1) Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1900, Bd. 10, S. 207. ***Rullmann,** W., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 667. ***Schaffer,** F., und **Bondzynski,** St., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1890, Bd. 4, S. 45. — (2) Ebenda, 1891, Bd. 5, S. 30. ***Schardinger,** F., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 144. ***Schmidt** (-Mühlheim), A., (1) Landw. Versuchsstationen, 1883, Bd. 28, S. 91. ***Scholl,** H., (1) Fortschr. d. Medizin, 1889, Bd. 7, Nr. 21. ***Schröter,** J., (1) Kryptogamenflora von Schlesien, 1886. ***Steinegger,** R., und **Allemann,** O., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1905; ref. in deutsch. milchw. Ztg., 1906, S. 25. ***Steinhof,** (1) Neue Annalen d. Mecklenbg. Landw. Gesellsch., 1838, Bd. 22, S. 512. ***Sternberg,** G. M., (1) Manual of Bacteriology. New York 1898. ***Stubenrath,** (1) Das Genus Sarcina. München 1897. ***Thumm,** K., (1) Arb. a. d. bakt. Instit. d. techn. Hochschule Karlsruhe, Bd. 1, S. 291. ***Tissier,** H., und **Gasching,** P., (1) Ann. Pasteur, 1903, Bd. 17, S. 540. ***Troili-Petersson,** Gerda, (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 22, S. 366. ***Utz,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 600. ***van der Zande,** (1) Jahresb. d. Versuchsmolkerei Hoorn, 1903; ref. in Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 572. ***Voges,** O., (1) Centralbl. f. Bakt., 1893, Bd. 14, S. 301. ***Ward,** Arch. R., (1) Cornell Univ. Agric. Exper. Stat. Ithaka N. Y., 1901, Bull. Nr. 195. ***Weigmann,** H., (1) Milchztg., 1890, Bd. 19, S. 881. — (2) Ebenda, 1889, Bd. 18, S. 18. — (3) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 605. — (4) Jahresb. d. milchw. Versuchsstation Kiel, 1890/91. ***Weigmann,** H., und **Gruber,** Th., (1) Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 3. ***Weigmann,** H., und **Zirn,** G., (1) Milchztg., 1893, Bd. 22, S. 569, und Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 15, S. 463. ***Zangemeister,** W., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1895, Bd. 18, S. 321.

(*Manuskript-Einlauf: 23. Jan. 1906.*)

12. Kapitel.

Das Ranzigwerden der Butter und die Butterfehler.

§ 59. Ursachen und Vorgänge beim Ranzigwerden der Butter.

Reines, sterilisiertes, vor Luft und Licht geschütztes Butterfett erleidet keine chemische Veränderung. Bakterien und Mycelpilze gehen darin schon infolge Wassermangels zugrunde. Die mit Milchbestandteilen 5 durchsetzte, der Luft und dem Lichte ausgesetzte Butter hingegen erfährt sehr bald eine tiefgreifende Zersetzung und nimmt dabei einen besonderen Geruch und Geschmack an, den man als r a n z i g bezeichnet. Die Ansichten, welcher Art die bei diesem Ranzigwerden der Butter und bei der Zersetzung dieser überhaupt mitwirkenden Faktoren sein 10 mögen, haben sich erst im Laufe zahlreicher dahin zielender Forschungen geklärt. J. von Liebig (1) meinte, daß fremde, den Fetten beigemengte, enzymartig wirkende Stoffe die Ursache wären; durch diese würden Fettsäuren und Glyceryloxydhydrat frei gemacht und weiter oxydiert. Nach Löwig (1) ist dabei die Anwesenheit von Luft und Wasser nötig, und 15 M. Berthelot (1) sowie auch Kopp (1) halten letzteres für den Hauptfaktor, während die Fremdstoffe den Vorgang nur beschleunigen sollen und die Luftoxydation nur ein nebenher gehender Prozeß sei. W. Hagemann (1) glaubt, daß die Entstehung freier Buttersäure im ranzigen Fett, durch welche der charakteristische Geruch und Geschmack ver-

ursacht wird, einer Spaltung des Buttersäureglycerids durch die beim Säuern der Milch entstehende Milchsäure zu verdanken sei. Eine Anzahl von Forschern sah im Ranzigwerden der Fette hauptsächlich eine Oxydation. So vermutet Schädler (1) zwar einen Anstoß durch gewisse Enzyme, nimmt dann aber eine Oxydation der entstandenen Spaltungsprodukte, des Glycerins und namentlich der Oelsäure in verschiedene flüchtige Oelsäuren, an, denen er den ranzigen Geschmack zuschreibt. Fr. Soxhlet (1) weist darauf hin, daß ausgelassenes, von Wasser, Casein und Salzen fast völlig freies Fett, das Mikroorganismen keinen Nährboden böte, doch ranzig werde, und M. Gröger (1) meinte, daß der Oxydation eine Spaltung durch Wasser vorausgehen müsse. E. Duclaux (1), der die Mitwirkung von Mikroorganismen, namentlich von Mycelpilzen, nicht ausschließt, gibt zuerst ein genaueres Bild von der Art der Einwirkung von Luft und Licht. Danach besteht die Wirkung der Luft in einer Verseifung, welcher die Glyceride der flüchtigen Fettsäuren in stärkerem Maße als die der festen unterliegen. Im diffusen Licht bewirkt die Luft eine rasche Oxydation, auf welche die Verseifung folgt, wobei die flüchtigen Fettsäuren durch Verdunstung zum Teil verloren gehen. Die Oxydation dabei ist vor allem dem Sonnenlichte zuzuschreiben, das eine starke Aufnahme von Sauerstoff und dadurch eine Ueberführung der Oelsäure in Oxysäuren sowie die Bildung von Ameisensäure und auch Butter- und Valeriansäure hervorruft. E. Ritsert (1) erklärt das Ranzigwerden für einen reinen Oxydationsvorgang, der unter der Mitwirkung von Licht stattfindet. Letzteres wäre ohne Luft wirkungslos, wie auch Luft im Dunkeln das Fett unverändert läßt. Mikroorganismen können nach seiner Meinung die einmal eingeleitete Zersetzung fortführen, sie sind aber nicht imstande, eine solche einzuleiten. J. Arata (1) und E. Späth (1) sind der gleichen Ansicht; letzterer meint, daß bei der Oxydation die ungesättigten Fettsäuren (Oelsäure) unter Bildung von Säuren mit niederem Kohlenstoffgehalt angegriffen würden.

Andere Forscher haben in dem Ranzigwerden der Butter eine Wirkung der in ihr enthaltenen **Mikroorganismen** gesehen. Nachdem H. Schulz (1) schon im Jahre 1877 gezeigt hatte, daß steriles Olivenöl ranzig wird, wenn es den in der Luft enthaltenen Bakterien zugänglich gemacht wird, stellte Th. Escherich (1) bei Darmbakterien eine Fettverzehrung fest, legte aber seinen Zahlen, als etwas unsicher, keinen besonderen Wert bei. Sodann hat E. Duclaux (1) ermittelt, daß *Penicillium glaucum* (s. 11. Kap. d. IV. Bds.) eine Fettspaltung in gleicher Weise bewirken könne, wie die Luft, d. h. daß es eine Verseifung des Fettes herbeiführt, welcher in erster Linie die Glyceride der flüchtigen Fettsäuren anheimfallen. Ein Teil der letzteren verflüchtigt sich, ein anderer wird vom Pilz verzehrt und auch durch Ammoniak, das aus dem Caseinrest der Butter gebildet wird, verseift. Auch Müller (1), Lüdy (1) und Gottstein (1) äußern sich dahin, daß das Ranzigwerden der Butter vornehmlich Mikroorganismen zuzuschreiben sei, letzterer indem er besonders die anaeroben Bakterien dafür verantwortlich macht. Ebenso ist in den Arbeiten von Fr. Baumann (1), Fr. Lafar (1), O. Sigismund (1), V. von Klecki (1) und H. Schmidt (1) die Ansicht vertreten, daß den Mikroorganismen oder, wie Cl. Fermi (1) annimmt, ihren Enzymen eine wesentliche Rolle bei der Spaltung der Glyceride, speziell des Buttersäureglycerids, das nach Duclaux und nach O. Jensen dem Sonnenlicht gegenüber am unbeständigsten ist, zukommt.

Nach Duclaux ist es auch die Buttersäure, welche den kratzenden Geschmack der ranzigen Butter verursacht. C. Amthor (1) fand dagegen immer Buttersäureäthylester, und er hält diesen für das Charakteristische, nimmt also neben der Bildung von freier Säure eine solche von 5 Alkohol an. O. Jensen (1) stimmt beiden zu; er machte aber die Erfahrung, daß der Buttersäureester nicht etwa durch das Zusammenwirken eines fettspaltenden und eines zuckerspaltenden Organismus entsteht, sondern daß er vielmehr durch einen fettspaltenden Mycelpilz allein gebildet wird (s. S. 214). Immerhin entstehen beim Ranzigwerden 10 der Butter freie Säuren, und sie sind bei stark ranziger Butter in größerer Menge vorhanden als bei Beginn der Zersetzung. Man hat daher die Menge der freien Säure zum Maßstab für den Grad der Ranzigkeit, der **Rancidität**, genommen. Dieser soll nach St. Bondzynski und H. Rufi (1), welche die freien unlöslichen Fettsäuren als 15 das Ranzigschmeckende an der Butter ansahen, nach der Menge dieser bestimmt werden. Andere nehmen die Gesamtmenge der freien Säuren als Maß an; dabei wird die freie Säure teils als Oelsäure berechnet und in Prozenten angegeben, teils in Milligrammen des zu ihrer Neutralisierung erforderlichen Kalihydrats und auf ein Gramm Butterfett 20 berechnet als Säurezahl zum Ausdruck gebracht, oder auch, wie von H. Stockmeier (1), in Kubikzentimetern Normalalkali und auf 100 Gramm Butterfett bezogen als Ranciditätsgrade ausgedrückt. Ein Ranciditätsgrad entspricht demnach 0,561 Säurezahl oder 0,282 Proz. Oelsäure. Nach Stockmeier soll eine Butter, welche mehr als acht 25 Ranciditätsgrade enthält, als ranzig beanstandet werden. Es hat sich aber bald gezeigt, daß sowohl noch wohlschmeckende Butter einen hohen, wie auch stark ranzige Butter einen niedrigen Ranciditätsgrad besitzen kann; vergl. Schweissinger (1) und C. Besana (1). Es kann also der Säuregehalt der Butter ein genauer Maßstab für den Grad der Ranzig- 30 keit der Butter nicht sein. Von A. Schmidt (1) ist in ranziger Butter auch die Anwesenheit von Aldehyden und Ketonen nachgewiesen worden, was F. Schaffer (1) bestätigen konnte; nach O. Jensen ist die Aldehydreaktion aber mehr ein Beweis für eine unter der Lichtwirkung eingetretene Oxydation.

35 Durch die bisherigen Untersuchungen war der strikte Nachweis, daß Mikroorganismen die Ursache des Ranzigwerdens der Butter seien, noch nicht geführt worden. Auch R. Reinmann (1) läßt die Frage noch unentschieden. Obwohl er von einigen Organismen eine starke Beeinflussung des Geschmackes der Butter konstatieren kann, findet er 40 doch nicht, daß sie einzeln oder auch in Mischung mit anderen das eigentliche Ranzigwerden verursachen. Andererseits hat auch das Licht mit dem Ranzigwerden nichts zu tun, da die durch dasselbe bewirkte Zersetzung sich nicht in dem bekannten Geruch und Geschmack der ranzigen Butter sondern in einem Talgigwerden äußert. Ebenso kommt 45 nach seinen Untersuchungen der Luft ein direkter Einfluß nicht zu, da sterile Butter bei Luftzutritt nicht ranzig wird; wohl aber kann, wie auch schon Fr. Lafar und V. von Klecki gezeigt haben, durch Abschluß der Luft das Ranzigwerden verhindert werden, so daß also wenigstens ein indirekter Einfluß besteht.

50 Diese wichtigen Ermittlungen Reinmann's in betreff der Bewertung von **Licht** und **Luft** als Faktoren beim Ranzigwerden der Fette fanden in der Folge volle Bestätigung. Namentlich hat O. Jensen (1) weitere Beweise dafür erbracht, daß die Wirkung des Lichtes (natürlich bei

Gegenwart von Luft) sich in einer Oxydation der Fettsäuren und dem Geschmacke nach in einem Talgigwerden bemerkbar macht, während die Luft eine indirekte Rolle spielt. Luft hat ohne Licht kein Oxydationsvermögen für Fett, vermag es aber ranzig zu machen. Der von mehreren Forschern festgestellte Parallelismus zwischen dem Säuregehalt und dem Keimgehalt zeigt, daß Mikroorganismen die Fettspaltung unterstützen, während sie eine Oxydation eher verhindern. Der Luft kommt also nur insofern eine Bedeutung für das Ranzigwerden zu, als sie für die Entwicklung der Mikroorganismen in Frage kommt. Es sind daher auch meist aerobe Mikroorganismen, vor allem die luftbedürftigen Mycelpilze, 10 und nicht die anaeroben (Buttersäure-) Bakterien, welche das Ranzigwerden bewirken. Damit steht nun auch fest, daß das Talgigwerden und das Ranzigwerden der Fette zweierlei Prozesse sind, die wohl in den meisten Fällen nebeneinander hergehen, in ihrer Ursache und Wirkung aber verschieden sind. Das erstere ist eine Wirkung des 15 Lichtes, das letztere eine solche von Mikroorganismen, beide unter der unentbehrlichen Mitwirkung der Luft, bezw. des Sauerstoffs derselben.

Das **Verhalten** der **Mikroorganismen**, speziell der Bakterien, in Butter ist zuerst von R. Krueger und von Fr. Lafar studiert worden. Ersterer (1) hat in einer käsigen, mehr fauligen als ranzigen Butter die 20 Flora studiert und unter anderen einen verflüssigenden Kokkus, *Micrococcus acidi lactici*, *Bacillus fluorescens non liquefaciens*, sowie *Oidium lactis* gefunden. Fr. Lafar (1) hat außer einer qualitativen auch eine quantitative Analyse vorgenommen: er konstatierte im Innern der Butter einen Bakteriengehalt von 10—20 Millionen, der sich auf den äußeren 25 Teilen bis auf das Zwanzigfache steigerte. Auch zeigt er schon, daß das zunehmende Ranzigwerden, also der zunehmende Säuregrad, die Zahl der Bakterien stark vermindert, und vermutet, daß anaerobe Bakterien am Ranzigwerden nicht beteiligt sind. Von ihm sind außer Milchsäurebakterien das *Bact. lactis aerogenes*, ein *Bact. butyri colloideum*, *Bac.* 30 *butyri fluorescens* (vermutlich identisch mit *Bac. fluorescens liquefaciens*) und ein Sproßpilz gefunden worden. Nach A. E. Loveland und W. S. Watson (1) nimmt in der Butter die Zahl der Bakterien nicht zu sondern ab, und zwar gleich in den ersten Stunden nach der Bereitung am stärksten, im Innern mehr als außen und in gesalzener Butter mehr 35 als in ungesalzener. Zwei Proben ungesalzener frischer Butter enthielten 46 und 115, zwei gesalzene 20 und 54 Millionen Keime in 1 Gramm; nach einem Jahre befanden sich in den gesalzenen Proben 109000 und 149006 Keime. Ebenso konstatiert W. Eichholz (1) ein Zurücktreten der Bakterienzahl in der ranzigen Butter gegenüber frischer; 40 in einer zwei Jahre alten Butter fanden sich nur noch Sporen von *Penicillium glaucum* und *Bac. subtilis*; das Gleiche stellte L. A. Rogers (1) schon nach etwa 8 Monaten fest. Nach O. Jensen findet allerdings in Sauerrahmbutter eine allmähliche Abnahme der Milchsäurebakterien statt; dafür nehmen aber andere Organismen zu, so daß die Gesamtzahl 45 ziemlich die gleiche bleibt. In Süßrahmbutter dagegen ist im Innern in den ersten Tagen eine Zunahme verschiedener Milchsäurebakterien und Hefen, und darauf erst eine Abnahme zu beobachten; die verflüssigenden Bakterien (mit Ausnahme des selbst Säure produzierenden verflüssigenden *Micrococcus acidi lactici*) und *Oidium lactis* nehmen stetig 50 ab. An der Oberfläche findet ebenfalls eine Zunahme der Gesamtzahl statt, an der sich anfangs besonders *Bac. fluorescens liquefaciens*, eventuell auch *Bac. prodigiosus* beteiligen; später aber überwuchern *Oidium lactis*,

Cladosporium butyri und Hefen. V. von Klecki (1) hat aus ranziger Butter einen *Diplococcus* und einen *Tetracoccus*, sowie drei Bazillenarten, und R. Reinmann hat 17 Mikroorganismen isoliert, unter denen sich die meisten schon bisher genannten ebenfalls befinden. W. Eichholz fand
5 außerdem in einer Probe ranziger Butter den *Bac. mesentericus vulgatus* in überwiegender Zahl. O. Jensen unterscheidet Mikroben, die sich nach seinen Untersuchungen in ranziger Butter immer vorfinden, und solche, welche diese häufig begleiten. Zu ersteren gehören außer Milchsäurebakterien *Oidium lactis*, *Cladosporium butyri*, *Mycoderma*-Arten und
10 milchzuckervergärende Hefen, unter letzteren findet sich eine Anzahl von Bakterien, welche auch in frischer Butter vorzukommen pflegen, wie verschiedene Milchsäurebakterien, *Aerogenes*-Arten, *Bac. fluorescens liquefaciens*, *Bac. prodigiosus* und *Bac. microbutyricus liquefaciens*, dann *Bac. microbutyricus* Hellström und *Penicillium glaucum*. Von diesen Bakterien
15 ist der *Bac. fluorescens liquefaciens* bereits von R. Krueger als fettspaltend und Buttersäure und Ameisensäure bildend erkannt worden, und die schon erwähnte Beobachtung Reinmann's der Fettzersetzung ohne ranzigen Geruch erstreckte sich ebenfalls auf diese Bakterie, sowie auch auf *Streptothrix alba* und einen Sproßpilz. Nach O. Jensen's Unter-
20 suchungen besitzen ein Fettspaltungsvermögen kaum oder gar nicht: dem *Bac. aerogenes* ähnliche Bakterien und milchzuckervergärende Hefen, in geringerem Grade: *Bac. fluorescens liquefaciens*, *Bac. prodigiosus*, *Bac. mesentericus vulgatus* (bei dessen Wachstum in Sterilrahmbutter Reinmann einen Geruch nach sauren Kartoffeln wahrgenommen hatte)
25 und die Gruppe der Heu- und Kartoffelbazillen, welche schon wegen ihres antagonistischen Verhaltens zu den Milchsäurebakterien beim Ranzigwerden der Butter wenig in Betracht kommen. Ein kräftiger Fettspalter ist *Oidium lactis*; wenn es Butter nicht ranzig macht, so liegt das wahrscheinlich daran, daß es einen Teil der flüchtigen Fett-
30 säuren verzehrt, einen anderen Teil durch Ammoniakbildung verseift. *Cladosporium butyri* spaltet fast ebenso kräftig wie *Oidium* das Fett, verzehrt auch die entstandenen flüchtigen Fettsäuren, bildet aber zugleich Buttersäureester und bewirkt daher in der Butter den ranzigen Geruch. In verstärktem Maße ist das letztere der Fall, wenn *Clado-*
35 *sporium* und *Oidium* zusammenwirken. Wie *Cladosporium* verhält sich *Penicillium glaucum*, es bildet in der Hauptsache wohl Amylester und erzeugt in Gemeinschaft mit *Oidium* den bekannten Geruch nach Roquefortkäse. Wie Reinmann von *Streptothrix alba*, so hat Jensen von *Streptothrix chromogena* gezeigt, daß sie Fett spaltet und verseift, wobei
40 sie einen intensiven Erdgeruch (s. Bd. III, S. 211) hervorruft und das Fett allmählich in eine schwarze Masse verwandelt. Gleichzeitig mit Jensen ist O. Laxa (1) zu denselben Resultaten über das Fettspaltungsvermögen mehrerer in ranziger Butter häufig auftretender Organismen gekommen, und er fügt den bereits erwähnten noch eine *Saccharomyces*-
45 Art zu. Laxa ist entgegen Jensen und M. Rubner (1) der Ansicht, daß die Glyceride nicht gleichmäßig gespalten werden, daß vielmehr diejenigen der nichtlöslichen Fettsäuren und die der löslichen Fettsäuren niedrigeren Molekulargewichtes leichter zersetzt werden. Wie Bondzynski und Rufi (1) findet auch er in zersetzten Fetten immer
50 freie nichtflüchtige Fettsäuren; die freien flüchtigen Fettsäuren gehen sowohl durch Verflüchtigung wie durch weitere Zersetzung verloren. Nach den Untersuchungen von J. König, A. Spiekermann und W. Bremer (1) ist es namentlich die Oelsäure, welche den Schimmel-

pilzen als Nahrung dient, während die festen Fettsäuren übrig bleiben. Von den aufgeführten Organismen ist ferner von K. Schreiber (1) auf experimentellem Wege der Nachweis der Fettspaltung und der Fettverzehrung geführt worden, indem er mit Hilfe von Gummi arabicum eine Emulsion von Oel in Peptonwasser anwandte; vergl. Bd. III, S. 399. 5
L. A. Rogers (2) hat aus ranziger Dosenbutter eine fettspaltende *Torula*-Art isoliert, welche Zucker nicht vergärt und Milch ohne Gerinnung zersetzt. Daß auch eine nicht geringe Zahl von pathogenen Bakterien Fett zersetzen, zeigten E. von Sommaruga (1), M. Rubner (1) und K. Schreiber (1). Das Ranzigwerden von Oleomargarin glauben M. Jolles 10 und F. Winkler (1) zwei von ihnen beschriebenen neuen Bakterienarten, Margarinebazillus α und β, zuschreiben zu müssen.

Bei der Fettspaltung bleibt das Glycerin nicht unzersetzt. Im Boden, wo ebenfalls infolge der Tätigkeit von Mikroorganismen eine Fettspaltung stattfindet (s. 17. Kap. d. III. Bds.), verschwindet es nach Rubner, 15 und Jensen konstatiert bei *Oidium lactis* und *Cladosporium butyri* eine große Vorliebe für Glycerin, auf welcher nach seiner Meinung das starke Fettspaltungsvermögen dieser Pilze beruht. Auf diese Bevorzugung des Glycerins als Nährstoff (vergl. Bd. I, S. 359) gründet Jensen auch eine Einteilung der fettspaltenden Mikroorganismen. Nach seinen Unter- 20 suchungen ist die Esterbildung, welche auch er als für die ranzige Butter charakteristisch ansieht, nicht auf die Verbindung von Buttersäure und Alkohol, beide aus verschiedenem Materiale entstanden, zurückzuführen, sondern sie ist als ein Zwischenstadium des Fettspaltungsvorganges anzusehen, indem das Glycerin, bevor es von der Buttersäure 25 völlig abgetrennt ist, also vielleicht als Monobutyrin, zur Bildung einer Aethylgruppe verwendet wird. Buttersäureester wird nur von solchen Mikroorganismen erzeugt werden, welche solches gebundenes Glycerin zu spalten vermögen. Von diesen werden diejenigen, welche, wie gewisse *Mycoderma*-Arten, Fett nicht spalten aber gebundenes Glycerin 30 angreifen, nur Ester bilden, diejenigen dagegen, welche beides tun, werden Ester nur vorübergehend erzeugen, weil sie ihn gleich wieder zersetzen. Andere fettspaltende Mikroorganismen, welche gebundenes Glycerin nicht angreifen, lassen keinen Buttersäureester entstehen.

Wie bei mehreren anderen gärungsphysiologischen Umsetzungen so 35 ist auch bei der Fettspaltung die Wirksamkeit der Mikroorganismen als durch ein Enzym hervorgebracht erkannt worden. Ein solches ist den **Lipasen** oder **Steapsinen** (s. Bd. I, S. 257) mancher fettspaltender tierischer und pflanzlicher Säfte anzureihen. Nachdem schon Boussingault (1) und Th. J. Pelouze (1) bei der Fäulnis eine Spaltung von 40 Pflanzenfetten beobachtet hatten, haben E. Gérard (1) bei *Penicillium glaucum*, L. Camus (1) bei *Aspergillus niger* und R. H. Biffen (1) bei einem nicht näher beschriebenen Pilz (s. Bd. I, S. 270) eine Lipase nachgewiesen. Auch J. Hanuš und A. Stocký (1) glauben, bei ihrer Untersuchung über die Wirkung verschiedener Schimmelpilze auf Butter 45 die Abscheidung eines Enzyms beobachtet zu haben. Ferner hat W. Bremer (1) den Kulturen von *Aspergillus flavus* und *Eurotium (Asp.) repens* ein solches entzogen. Und ebenso hat C. Eijkman (1) bei den meisten Schimmelpilzen eine Lipase nachweisen können. Dagegen meint O. Jensen, daß nicht alle Schimmelpilze kräftige Fettspalter seien. 50 Man vergleiche auch § 53 des 11. Kapitels des IV. Bandes. Daß auch Hefenarten ein lipolytisches Enzym abspalten können, zeigt L. A. Rogers (2) an der von ihm isolierten *Torula*. Bei den Bakterien

ist der Nachweis der Lipase von C. EIJKMAN durch eine einfache Methode geführt worden, die darin besteht, daß man vor dem Ausgießen des Agars in die für die Züchtung der Bakterie bestimmte Petrischale eine ganz feine Schicht Rindstalg ausbreitet. Dieser wird bei Ausscheidung von Lipase weiß und undurchsichtig, feucht und infolge der Abtrennung von Fettsäuren brüchig. Nach EIJKMAN produzieren Lipase: *Bac. pyocyaneus*, *Staphylococcus pyogenes aureus*, *Bac. prodigiosus*, *Bac. fluorescens*, in geringerem Grade *Bac. indicus* und *Bac. ruber*. Dagegen sind als nicht fettspaltend befunden worden: *Bac. anthracis*, *Bact. coli commune*, *Bac. typhi* und *Bac. diphtheriae*, *Vibrio cholerae* (vergl. Bd. I, S. 270) und letzterem ähnliche und andere pathogene Bakterien, *Bac. mesentericus vulgatus*, *Bac. megaterium*, *Bac. subtilis*, *Bac. lactis cyanogenes* und *Bac. violaceus*. In eine nähere Untersuchung der Lipasen der verschiedenen Organismen ist nur in einigen Fällen eingetreten worden, namentlich ist noch wenig ermittelt, ob sie nur Monobutyrin oder die neutralen Glyceride direkt zu spalten vermögen. Bei den von BREMER aus Schimmelpilzen extrahierten Enzymen war nur das erstere der Fall, sie würden demnach nicht eigentlich Lipase sondern Monobutyrase sein. LAXA will dagegen bei *Penicillium glaucum* und bei einer *Mucor*-Art auch die Spaltung der Triglyceride nachgewiesen haben.

§ 60. Die Butterfehler.

Die Natur der Butterfehler ist noch wenig aufgeklärt. Bei der Qualitätsbeurteilung der Butter hat sich im Laufe der Zeit eine Reihe von Bezeichnungen eingebürgert, deren Bedeutung nicht immer ohne weiteres am Objekt erkennbar ist, deren Verständnis vielmehr vielfacher Uebung und Erfahrung bedarf. Es ist oft, namentlich wenn die Fehler noch nicht sinnfällig genug sind, selbst für erfahrene Butterkenner schwierig, den Geschmack einer Butter richtig zu bezeichnen und Butterfehler in der Anlage zu erkennen, insbesondere wenn von solchen mehrere zugleich vorhanden sind und einander mehr oder weniger stark verdecken. Die Schwierigkeit, das Wesen und die Ursachen der Butterfehler aufzufinden, besteht in der Hauptsache aber darin, daß ein Fehler in verschiedenen Variationen auftreten und demgemäß auch verschiedene Ursachen haben kann; so gibt es verschiedene „ölig", verschiedene „bitter" etc. In manchen Bezeichnungen ist die vermutliche Herkunft des Fehlers, so wie sie die Erfahrung an die Hand gibt, hineingelegt, aber nicht selten trifft die Annahme nicht zu, und die Ursache ist eine andere. Am wahrscheinlichsten ist, daß je nach der äußeren Veranlassung des Fehlers die Erreger und demgemäß auch die Nebenerscheinungen der physiologischen Wirkung, in diesem Falle die Geschmacksnüancen, verschieden geartet sind.

In der nachfolgenden Besprechung der Butterfehler sind diejenigen weniger berücksichtigt, welche nicht mykologischer Natur sind. Je nach dem Schmelzpunkt des Butterfettes, der von der durch die Fütterung verursachten chemischen Zusammensetzung des Fettes abhängig ist, ist eine Butter weich bis fast ölig oder hart, kurz, krümelig. Dieselbe ist käsig oder wenigstens trübe, wenn die Buttermilch ungenügend entfernt ist, oder matt, fettig bis schmierig, wenn sie zu diesem Zwecke zu stark geknetet worden ist. Streifig, flammig oder fleckig wird Butter, wenn der zum Färben benützte Farbstoff

oder auch das Salz infolge zu verschiedener Größe ungleich verteilt ist. Weiße Flecke auf der Oberfläche der Butter entstehen, wenn bei trockener Luft das Salz in der Butter effloresziert. Nach den interessanten Untersuchungen V. Storch's (1) ist trüb zunächst eine physikalische Erscheinung, die von einer zu feinen Emulsion von Buttermilch im Butterfett herrührt, während bei klarer Butter die Buttermilchtröpfchen größer sind; zugleich beruht das Trübsein aber auch darauf, daß infolge einer unreinen Säuerung der Membranschleim, d. h. die Eiweißhülle, der Fettkügelchen chemisch verändert ist, wodurch dann beim Buttern jene zu feine Verteilung der Buttermilch herbeigeführt wird. Trübe Butter enthielt nach Storch immer eine größere Anzahl von Mikrobenarten als klare, ein Beweis für die Unreinheit der Säuregärung.

Eine dem allgemeinen Verderben anheimgefallene Butter ist ranzig. Ausgeprägt ranzige Butter ist kratzend (Reiz im Hals), die Vorstufe für ranzig ist altschmeckend.

Meist ist ranzige Butter zugleich talgig. Wie im vorhergehenden Paragraphen ausgeführt wurde, ist das Talgigwerden die Folge einer unter der Einwirkung des Lichtes herbeigeführten Oxydation. Eine solche kann aber auch durch zu viele Bearbeitung von Milch, Rahm oder Butter, natürlich unter Zutritt von Luft, bei höherer Temperatur bewirkt werden. Butter aus pasteurisiertem oder sterilisiertem Rahm ist leicht talgig. Ferner dürften manche Mikroorganismen die Butter talgig machen; so hat V. Storch (2) dies von einer stäbchenförmigen Milchsäurebakterie ermittelt. Ein ölig bis talgiger, adstringierender, etwas metallischer Geschmack entsteht nach H. Weigmann und J. Siedel (1) dann, wenn Milch oder Rahm in einem rostigen oder verzinktem Gefäß säuert; das dabei entstehende milchsaure Metallsalz verursacht den erwähnten eigenartigen Geschmack, der sich mit dem Alter der Butter noch mehr herausbildet als im Anfang. Diese Angaben sind später von B. Böggild (1) und von L. Marcas und C. Huyge (1) bestätigt worden.

Teilweise verwandt mit talgig ist vielleicht staffig. Mit Staff bezeichnet der Butterkaufmann einen bei gelagerter, in Fässern von Buchenholz verpackter Butter auftretenden faden, fast süßlichen Geschmack. Er dürfte wohl in vielen Fällen darauf zurückzuführen sein, daß zu den Fässern, sogen. Dritteln, zu frisches Holz verwendet worden ist, oder daß die Fässer vor ihrer Benützung nicht genügend mit Salz- oder Sodalösung ausgelaugt wurden, wodurch leicht Holzsaft in die Butter eindringt. In vielen anderen Fällen aber liegt ein solches Versehen nicht vor, und es kommt dann der Fehler sicher auf mykologischem Wege zustande. Von manchen Seiten ist die Ansicht ausgesprochen worden, daß der Staff auf das Eindringen von Schimmelpilzen von den Faßdauben in die Butter zurückzuführen sei; das ist aber nicht zutreffend, weil der von Schimmelpilzen in Butter erzeugte Geschmack verschieden von dem Staffgeschmack ist. Ueber das Eindringen von Schimmelpilzen in das Faßholz, über ihr Wachstum auf Pergamentpapier und ihr Verhalten gegen Kochsalz hat R. Gripenberg (1) interessante Beobachtungen angestellt.

Dem talgigen nähert sich ein fauliger Geschmack, der sicher durch Mikroorganismen und namentlich dann herbeigeführt wird, wenn den Kühen dem Verderben (Faulen) nahe Futterstoffe, wie erfrorene Rüben u. dgl., gegeben werden und die Luft des Stalles wie der Kot der Tiere reich an Fäulnispilzen sind. Auch bei mangelhafter Reinigung der Apparate im Meiereibetriebe kommen nicht selten durch stehen ge-

bliebene Wasserreste Fäulnisbakterien in die Butter. In solchem Falle findet man nicht selten *Bac. mycoides*, *Bac. mesentericus vulgatus*, *Bac. fluorescens liquefaciens* und, namentlich bei Benutzung von Sandfiltern, eine *Streptothrix*-Art. Diese rufen, wie mehrseitig konstatiert ist, einen eigen-
5 artigen, dumpfigen bis schimmeligen Erdgeruch (vergl. Bd. III, S. 211) hervor, der sich auch der Butter mitteilt.

Faulig ist auch der sogen. Rübengeschmack der Butter, und es scheint, als ob das Faulige zum Charakter des Rübengeschmackes gehörte; wenigstens treffen beide Geschmacksarten fast immer zusammen.
10 Auch C. O. Jensen (1) nimmt eine Beziehung zwischen beiden an. Jedenfalls hat die Milch, aus welcher Butter mit Rübengeschmack entsteht, einen fauligen Geruch. In zwei auf verschiedenen dänischen Gütern vorkommenden Fällen von süßlich-faulig schmeckender Milch war von C. O. Jensen der schon auf S. 199 erwähnte *Bac. foetidus lactis* gefunden
15 worden, und die aus solcher Milch stammende Butter war in dem einen Falle (im anderen war über die Qualität der Butter nichts bekannt geworden) als ölig und nach Rüben schmeckend bezeichnet worden. Der Rübengeschmack der Butter dürfte überhaupt dann, wenn er nicht durch direkte Aufnahme des Geruches im Stall in der Milch zustande kommt,
20 bakteriologischen Ursprungs sein. So ist schon mehrfach die Erfahrung gemacht und von C. O. Jensen wie auch von M. Kühn (1) direkt konstatiert worden, daß Rübengeschmack an Butter entstehen kann, ohne daß Rüben zur Fütterung benutzt worden sind. Jensen ist es auch zuerst gelungen, aus nach Rüben schmeckender Butter eine diesen Geschmack
25 verursachende Bakterie zu isolieren. Dieselbe gleicht sehr stark dem *Bac. foetidus lactis* und unterscheidet sich von diesem nur durch das Fehlen von borstenartigen Ausläufern in der Stichkultur. Fast gleichzeitig war von H. Weigmann in Gemeinschaft mit J. Siedel (2) beobachtet worden, daß Butter ohne Rübengeschmack solchen annahm, als
30 sie längere Zeit in Salzlake aufbewahrt worden war, und daß die Ursache eine Bakterie war, welche in Milch wie auch in Butter einen an Rüben erinnernden Geruch nnd Geschmack verursachte. Weitere solche Bakterien wurden dann später von H. Weigmann (1) auch bei Fütterungsversuchen mit Rüben aufgefunden. Sie riefen schon auf den Gelatine-
35 und Agarkulturen einen intensiven Geruch nach Rüben hervor und erzeugten auch in Milch einen teils fauligen, scharf bitteren, teils direkt an Rüben oder Kohl erinnernden Geschmack und Geruch. Eine dieser Bakterien war ebenfalls eine *Coli*-Art, wie überhaupt bei stärkerer Rübenfütterung *Coli*-Bakterien im Kot nahezu ausschließlich auftraten
40 (vergl. S. 17). Eine andere Bakterie wuchs in orangefarbenen Kolonien, und außerdem hatte noch ein Eumycet die erwähnte Eigenschaft. Bei einer anderen Gelegenheit wurde an Quark ein intensiver Geruch nach Mohrrüben beobachtet und aus demselben eine von Th. Gruber (1) unter dem Namen *Pseudomonas carotae* beschriebene Bakterie isoliert, welche
45 diesen eigenartigen Geruch auf künstlichen Nährböden wie in Milch wiedererzeugt. Der nach längerer Züchtung sich einstellende Verlust dieser Eigenschaft stellt sich sofort wieder ein, wenn die Bakterie kurze Zeit in einer Abkochung von Mohrrübenblättern gehalten wird.

Rübengeschmack ist häufig mit „ölig“ oder mit „bitter“ oder mit
50 beiden Fehlern verbunden.

Die Bezeichnung ölig faßt entschieden mehrere Erscheinungen in sich. Recht häufig wird sie bei stark weicher Butter gebraucht; „die Butter enthält viel Oel“, wenn die Kühe bei geilem Graswuchs ein

leichtschmelzendes Milchfett geben. Manchmal ist der Geschmack geradezu maschinenölartig, ohne daß solches bei der Fakrikation in Milch oder Rahm gelangt sein kann. Vielleicht aber rührt dieser Geschmack außer der Weichheit des Fettes von gewissen Abarten von Milchsäurebakterien her, da man unter diesen nicht selten solchen begegnet, welche der Milch einen geil-sauren Geschmack geben. Auch hat C. O. Jensen in einer fettig schmeckenden Milch eine Milchsäurebakterie ermittelt, welche einen sauren und zugleich maschinenölartigen fettigen Geschmack in Milch wiedererzeugte. In den meisten Fällen darf man „ölig" als einen Rahmsäuerungsfehler ansehen. Ob auch hier Milchsäurebakterien die Schuld tragen, ist noch nicht untersucht, wahrscheilich aber ist es, daß hier andere Mikroorganismen mitwirken; so fand sowohl V. Storch (2) wie auch H. Weigmann (2) bei der Untersuchung von Proben öliger Butter regelmäßig größere Mengen von Hefen neben *Oidium* und *Coli*- und peptonisierenden Bakterien.

Auch die Bezeichnung bitter ist mehrdeutig. Zunächst kann sie mit dem Futter im Zusammenhange stehen: die Butter hat dann Futtergeschmack. So wird Butter futterig bitter bei der Darreichung von viel Rüben und Rübenblättern der Gattung *Brassica*, allen Kohlarten (namentlich wenn altmelke Tiere, deren Milch an sich leicht bitter ist, damit gefüttert werden), von Rapskuchen, verdorbenen Kartoffeln, Wickengemenge, Erbsen, Mais, schwedischem Klee u. dgl. m. Wenn Kühe in frischem Klee gehen oder wenn sie vom Stall auf die Weide kommen, entsteht leicht geile Butter, die dann meist bitter wird. Auch die sogen. Blendlingsware, d. h. Butter, welche durch frisches Aroma blendet, aber leicht verdirbt, wird leicht bitter. Eine Eigentümlichkeit der geilen Butter wie der Blendlingsware ist das Auftreten nadelstichgroßer Löcher im Gefüge, eine Erscheinung, die doch nur auf das Vorhandensein gasbildender Mikroorganismen zurückgeführt werden kann. Man kann auch bei Butter, welche nach längerer Aufbewahrung vom Kaufmann als bitter bezeichnet wird, immer einen Geschmack wahrnehmen, der an denjenigen erinnert, der von milchzuckervergärenden Hefen in Milch erzeugt wird. Ein anderes, mehr herbes und strenges Bitter ist das durch unrationelle Behandlung der Milch entstandene. Vielleicht handelt es sich hierbei mehr um die Wirkung von *Coli*- und noch wahrscheinlicher um die von peptonisierenden Bakterien oder von beiden zugleich. Bitter entsteht ferner bei zu weit gehender Säuerung. Hier sind offenbar Oidien und Hefen, vielleicht auch Schimmelpilze die Ursache. Es ist eine alte Erfahrung, daß beim Stehen von säuernder Milch oder von säuerndem Rahm die obere, solche Organismen in größerer Menge beherbergende Schicht bitter schmeckt und daß, falls sie nicht abgenommen wird, die Butter leicht bitter und ölig (ölig-bitter und bitter-ölig) wird. Es liegen bisher leider fast keine Beobachtungen über den Einfluß von Hefen auf die Qualität der Butter vor, nur von der *Torula amara* Harrison's (vergl. S. 197) ist festgestellt, daß sie auch bittere Butter gibt. Bittere Butter ist meist trübe, und umgekehrt trübe Butter oft bitter. V. Storch (1) hat mit einer Bakterie, welche Milch bitter macht, trübe Butter bereitet. Trüb und bitter ist meist auch käsige Butter, sofern darunter nicht nur eine schlecht ausgearbeitete sondern auch eine verdorbene Butter mit käsigem fauligem Geruch gemeint ist. In solcher Butter hat R. Krueger (1) seinen peptonisierenden *Micrococcus acidi lactici*, den fettspaltenden *Bac. fluorescens liquefaciens* und viele Hefen, darunter einen auf Fett mit gelbem

Farbstoff wachsenden *Saccharomyces flava lactis* (s. Bd. IV. S. 180) gefunden.

Ein anderer nicht seltener Fehler ist fischige Butter. im Verein mit ölig tranig genannt. Erfahrungsgemäß tritt solche Butter da auf. wo Viehweiden leicht von See- oder Brackwasser überflutet werden und das Gras wie das Heu von kleinen Crustaceen besetzt ist (vergl. S. 193). In anderen Fällen wird der vielleicht schon in der Anlage vorhandene Fehler durch ein an Magnesiumsalzen reiches Kochsalz oder durch stärkeres Salzen überhaupt geweckt. Scheinbar wird auch Butter von der Milch altmilchender Kühe leicht fischig. Es ist aber nicht unwahrscheinlich. daß auch dieser Milch- und Butterfehler mehr mykologischer Natur ist. als man nach den bisherigen Beobachtungen anzunehmen berechtigt ist. So glaubt L. A. Rogers (2 u. 3), allerdings ohne den Beweis zu erbringen. dies von seiner schon erwähnten. aus ranziger und fischiger Dosenbutter isolierten *Torula*-Art behaupten zu dürfen: dabei sollen durch ein Enzym Fettsäuren abgespalten werden. Vermutlich ist der Fischgeschmack an die Bildung von Trimethylamin gebunden.

Ein seifig bitterer Geschmack tritt nach M. Kühn (1) leicht dann an der Butter auf. wenn der Säurewecker für die Säuerung des Rahmes bei zu niedriger Temperatur bereitet wird. was wohl damit zusammenhängt. daß manche. die Milch seifig machende Bakterien niedrige Temperatur vorziehen.

Der von den Dänen mit dem Ausdruck branket (geröstet). in Deutschland mit bratig oder brenzlich bezeichnete Butterfehler ist nach C. O. Jensen wie nach H. Weigmann (3) besonderen Varietäten von Milchsäurebakterien zu verdanken. Wie namentlich letzterer gezeigt hat. kommen bei den Milchsäurebakterien der Sammelart *Streptococcus lacticus* recht häufig solche vor. welche in Milch einen zuweilen sehr intensiven. deutlich an Malz erinnernden Geruch und Geschmack hervorrufen. Auch die von Jensen in einem Falle von Butter mit Malzgeschmack aufgefundene ovale Bakterie. ist eine echte Milchsäurebakterie. Ein gleichfalls von Jensen aufgefundener Mikrokokkus ruft nicht den eigentlichen Malz- sondern einen bratenfettartigen Geschmack hervor.

Der an Bauernbutter so häufig beobachtete Geschmack und Geruch nach dem Stall rührt nach H. Weigmann (4) von *Coli*- und *Aerogenes*-Arten her.

Die größere Zahl dieser Fehler ist, wie schon erwähnt. die Folge einer unreinen Säuregärung des Rahmes. die sich zumeist nicht sogleich sondern erst nach einigen Tagen bemerkbar macht. Die Haltbarkeit der Butter wird daher ganz ungemein erhöht. wenn die Reifung des Rahmes mit Hilfe einer Reinkultur von Milchsäurebakterien (s. d. 18. Kap.) herbeigeführt wird oder auch, wenn man die fertige Butter so lange einer Waschung unterwirft. bis ihr alle Buttermilchbestandteile und damit alle Nährstoffe für zersetzende Keime entzogen sind. Die Wirkung der unreinen Gärung wird aber begreiflicherweise um so leichter hervortreten. je geringer der Säuregrad der in der Butter noch enthaltenen Buttermilch ist. weshalb nach Beobachtungen J. Siedel's (1) das Zurücklassen von Sodalösungen in Meiereiapparaten. namentlich im Butterfaß. Veranlassung zu verschiedenen Butterfehlern werden kann.

Ebenso wie in Milch und Käse treten auch auf Butter. wenngleich ungemein seltener, abnormale Färbungen auf. So sind in Butter blaue. von *Bact. syncyaneum* herrührende Flecke beobachtet worden, und H. Weig-

mann und Th. Gruber (1) berichten über Butter mit roten Flecken, welche von Rosahefe verursacht waren; vergl. auch S. 233.

Ueber Margarine liegen noch wenig Untersuchungen vor, da aber bei der Fabrikation Milch in ausgedehntem Maße verwendet wird, so werden die an ihr hervortretenden Erscheinungen im allgemeinen dieselben sein wie bei Naturbutter. Einigen Einfluß scheint übrigens doch auch das Rohmaterial auszuüben. Zunächst scheint das Oleomargarin nicht sehr keimreich zu sein: nach den Untersuchungen von M. Jolles und F. Winkler (1) enthielt das aus dem Rohtalg ausgeschmolzene Fett, premier jus, etwa 2000 Keime und das aus diesem ausgepreßte Oleomargarin nur etwa 1800 Keime pro Gramm. Bei der Aufbewahrung des Oleomargarins nimmt allerdings die Keimzahl zu und zwar außen mehr als innen. Die von Jolles und Winkler aufgefundenen Arten waren *Bac. multipediculus* Flügge, *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus vulgatus*, *Microc. candicans*, *Bac. fluorescens liquefaciens*, *Bac. albus putidus* Maschek, *Sarcina lutea* und *Staphyloc. cereus flavus* Passet; ferner noch die beiden, schon auf S. 215 erwähnten, das Ranzigwerden der Margarine vermutlich verursachenden Margarinebazillen α und β. In der Kunstbutter selbst ist der Keimgehalt durch das Hinzutreten von Milch bedeutend erhöht: er beträgt aber immer erst den dritten bis fünften Teil der Keimzahl in der Naturbutter (4—6 Millionen in ersterer gegen 10 bis 20 Millionen in letzterer). Außer drei unwesentlichen Saccharomyceten fanden sich in der Kunstbutter am häufigsten vor: *Oidium lactis*, *Mucor mucedo*, fünf nicht verflüssigende und sieben verflüssigende Bakterien. Unter den ersteren befand sich der auch im Rohmaterial schon vorkommende *Microc. candicans*, außerdem Milchsäurebakterien, *Staphylococcus cereus albus* und *Bac. actinobacter* Duclaux, ferner als neue Art *Bac. rosaceus margarineus*. Die verflüssigenden Bakterien bestanden aus dem Krueger'schen *Micrococcus*, dem *Bac. butyricus* Hueppe, *Bac. lactis albus* Loeffler und dem im Rohmaterial schon enthaltenen *Bac. mesentericus vulgatus*, ferner aus den drei neuen Arten *Diplococcus capsulatus margarineus*, *Bac. viscosus margarineus*, *Bac. rhizopodicus margarineus*. Eine wesentlich einfachere Flora traf Fr. Lafar (1) in der Kunstbutter an, er fand nur Schimmelpilze, Sproßpilze und eine nicht verflüssigende Bakterie vor.

Literatur

zum Kapitel Das Ranzigwerden der Butter und die Butterfehler.

*__Amthor,__ C., (1) Z. f. analyt. Chemie, 1899, Bd. 38, S. 19. *__Arata,__ J., (1) Annali Ist. d'igiene sper. Univ. Roma, N. S., Bd. 2, Fasc. 2; ref. in Vierteljahrsschr. ü. d. Fortschritte a. d. Gebiet d. Chemie d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1893, Bd. 8, S. 15. *__Baumann,__ Fr., (1) Landw. Versuchsstationen, 1893, Bd. 42, S. 211. *__Berthelot,__ M., (1) Journ. de Pharm. et de Chimie, 1855. *__Besana,__ C., (1) Chem.-Ztg., 1891, Bd. 15, S. 410. *__Biffen,__ R. H., (1) Ann. of botany, 1899, Bd. 13, S. 363. *__Böggild,__ B., (1) Milchztg., 1898, Bd. 27, S. 601. *__Bondzynski,__ St., und __Rufi,__ H., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1889, Bd. 3, S. 114. *__Boussingault,__ (1) Cit. n. Müntz (1). *__Bremer,__ W., (1) Dissert., Münster 1902; siehe auch König, Spieckermann und Bremer (1). *__Camus,__ L., (1) Ref. in Kochs Jahresb., 1897, Bd. 8, S. 269. *__Dominikiewicz,__ M., (1) Fortschr. d. Veterinär-Hyg., 1904, Bd. 1, S. 298. *__Duclaux,__ E., (1) Le lait. Paris 1887. *__Eichholz,__ W., (1) Dissert., Berlin 1901. *__Eijkman,__ C., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 841. *__Escherich,__ Th., (1) Die Darmbakterien d. Säuglings. Stuttgart 1886. *__Fermi,__ Cl., (1) Arch. f. Hyg., 1890, Bd. 10, S. 1. *__Gérard,__ E., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1897, Bd. 124, S. 370. *__Gottstein,__ (1) Berl. klin. Wochenschr., 1887, Bd. 34, Nr 48. *__Gripenberg,__ R., (1) Undersökningar öfver Mögelbildningen in lagradt smör. Helsingfors 1899; ref. in Milchztg., 1899, Bd. 28, S. 626. *__Gröger,__ M., (1) Z. f. angew. Chemie, 1889, Bd. 2, S. 61. *__Gruber,__ Th., (1) Molkerei-Ztg. Hildesheim, 1902, Bd. 16, S. 351. *__Hagemann,__ W., (1) Ein Beitrag z. Butterkonservierung, 1882. *__Hanuš,__ J., und

Stocky, A., (1) Z. f. Nahrungsmittel-Unters. etc., 1900, Bd. 3, S. 606. ***Jensen,** C. O., (1) 22. Beretn. kgl. Veter.- og Landbohojskoles Laborat. f. landökon. Forsög., Kopenhagen 1891. ***Jensen,** O., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1901, Bd. 15, S. 329. ***Jolles,** M., und **Winkler,** F., (1) Z. f. Hyg., 1895, Bd. 20, S. 60. ***Klecki,** V. **von,** (1) Dissert., Leipzig 1894. ***König,** J., **Spieckermann,** A., und **Bremer,** W., (1) Z. f. Nahrungsmittel-Unters. etc., 1901, Bd. 4, S. 721. ***Kopp,** H., (1) Geschichte der Chemie, 1843 bis 1847. ***Krueger,** R., (1) Centralbl. f. Bakt., 1890, Bd. 7, S. 425. ***Kühn,** M., (1) Jahresber. d. ostpreuß. milchw. Vereins 1903. ***Lafar,** Fr., (1) Arch. f. Hyg., 1890, Bd. 13, S. 1. ***Laxa,** O., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 119. ***Liebig,** J. **von,** (1) Handbch. d. organ. Chemie, 1843. ***Löwig,** (1) Organ. Chemie, 1847. ***Loveland,** A. E., und **Watson,** W. S., (1) J. Ann. Rep. Storrs Agr. Exp. Stat., Storrs, Conn., 1894, S. 69. ***Lüdy,** (1) Arch. f. exper. Path., 1889, S. 347. ***Marcas,** L., und **Huyge,** C., (1) Molkerei-Ztg. Berlin, 1905, Bd. 15, S. 198. ***Müller,** (1) Z. f. klin. Medic., Bd. 12, S. 61. ***Müntz,** A., (1) Ann. de Chimie et de Phys., 1871, 4. sér., Bd. 22, S. 472. ***Pelouze,** Th. J., (1) Ann. de Chim. et de Phys., 3. sér., Bd. 45, S. 319. ***Reinmann,** R., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 166. ***Ritsert,** E., (1) Dissert., Bern 1890. ***Rogers,** L. A., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 381. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 12, S. 388. — (3) Ref. in Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 319. ***Rubner,** M., (1) Arch. f. Hyg., 1900, Bd. 38, S. 67. ***Schädler,** C., (1) Technologie der Fette und Oele etc., 1892. ***Schaffer,** F., (1) Ber. ü. d. Tätigk. d. kanton. chem. Laborat. Bern, 1899. ***Schmidt,** A., (1) Z. f. analyt. Chemie, 1898, Bd. 37, S. 434. ***Schmidt,** H., (1) Z. f. Hyg., 1898, Bd. 28, S. 186. ***Schreiber,** K., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 328. ***Schulz,** H., (1) Pflügers Archiv, 1877, Bd. 15, S. 398. ***Schweissinger,** O., (1) Z. f. angew. Chemie, 1890, S. 696. ***Siedel,** J., (1) Molkerei-Ztg. Hildesheim, 1903, Bd. 17, S. 669. ***Sigismund,** O., (1) Dissert., Halle 1893. ***Sommaruga,** E. **von,** (1) Z. f. Hyg., 1894, Bd. 18, S. 441. ***Soxhlet,** Fr., (1) Ref. in Jahresber. ü. d. Fortschr. a. d. Gebiete d. Agrikulturchemie, 1885, N. F., Bd. 8, S. 597. ***Späth,** E., (1) Z. f. analyt. Chemie, 1896, Bd. 35, S. 471. ***Stockmeier,** H., (1) Ber. ü. d. 8. Vers. bayer. Vertr. d. angew. Chemie, 1889, S. 85. ***Storch,** V., (1) 36. Beretn. kgl. Veter.- og Landbohojskoles Laborat. f. landökon. Forsög., Kopenhagen 1897; ref. in Molkerei-Ztg. Berlin, 1897, Bd. 7, S. 147. — (2) 18. Beretn. etc., 1890; ref. in Milchztg., 1890, Bd. 19, S. 304. ***Virchow,** (1) Repert. d. analyt. Chemie, 1886, S. 489. ***Weigmann,** H., (1) Jahresber. d. Versuchsstat. f. Molkereiw. Kiel 1895/1896, 1896/1897 und 1898/1899. — (2) Ebenda, 1890/1891. — (3) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 793, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 825. — (4) Jahresber. d. Landw.-Kammer f. Schleswig-Holstein, 1902, S. 80. ***Weigmann,** H., und **Gruber,** Th., (1) Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 3. ***Weigmann,** H., und **Siedel,** J., (1) Jahresber. d. Versuchsstat. f. Molkereiw. Kiel, 1890/1891, und Milchztg., 1891, Bd. 20, S. 1019. — (2) Jahresber. d. Versuchsstat. f. Molkereiw. Kiel, 1891/1892 und 1892/1893, und Milchztg., 1892, Bd. 21, S. 577.

(Manuskript-Eingang: 22. März 1906.)

13. Kapitel.

Die Käsefehler.

§ 61. Die Lochbildung und die Blähung beim Käse.

Der häufigste und gefürchtetste Fehler bei der Käsebereitung ist die Blähung der Käse. Sie zeigt sich in der Weise, daß entweder gleich nach der Herstellung oder später, während der Reife, der Käse im ganzen oder an besonderen Stellen aufgetrieben wird und sich beim „Griff“ schwammig oder hohl anfühlt. Die schwammigen Käse enthalten durch die ganze Masse hindurch ziemlich gleichmäßig verteilt viele und nicht kleine Höhlungen, „Löcher“ oder „Augen“; sind diese sehr klein, so nennt man den Käse einen Nißler (Tausendlöchler). Tritt die Blähung seitlich auf, so entstehen die randhohlen oder järbhohlen Käse. Die unter der Presse blähenden Käse nennt der Schweizer Preßler oder,

wenn sie mehr einseitig getrieben sind, l a d t ö n i g. Käse, welche wenig oder gar nicht gelocht sind, heißen G l ä s l e r. Gläsler ohne Augen sind b l i n d; s p a l t i g e G l ä s l e r haben wenige Augen, besitzen aber im Teig zugleich spaltenförmige, wahrscheinlich von ungleichmäßiger Abkühlung des Teiges herrührende Oeffnungen, welche beim Ausschneiden des Käses ein Zerfallen des Teiges (Abspringen wie Glas) verursachen. Bei den s c h l i t z f ö r m i g g e l o c h t e n G l ä s l e r n sind mit den Augen schlitzförmige Oeffnungen verbunden. Die geblähten Käse haben meistens zugleich einen schlechten Geschmack und sind deshalb beim Verkauf minderwertig; sie schmecken süßlich und unschlittartig, bitter oder faulig. Die Gläsler sind fast immer von gutem Geschmack.

Die Erreger dieser Blähungen können natürlich nur gaserzeugende Organismen sein. Da auch die Augen der Käse Höhlungen sind, die, namentlich wenn sie kugelrund sind, nur von Gasbildnern hervorgerufen sein können, so sind **Augenbildung und Käseblähung** gleichen Ursprungs und nur quantitativ verschieden. Daß eine solche direkte Beziehung zwischen beiden Erscheinungen besteht, hat H. WEIGMANN (1) dadurch experimentell gezeigt, daß er gasbildende Bakterien aus normaler Milch, welche also normale Käse geben mußte, in größerer Menge zur Käsemilch hinzusetzte und auf diese Weise geblähte Käse herstellte. Daß die Augenbildung überhaupt auf Bakterientätigkeit beruht, erhellte daraus, daß Backsteinkäse, welche gleich nach der Bereitung in kühler Temperatur gehalten wurden, keine Lochung erhielten, während die aus der gleichen Milch stammenden, bei üblicher Temperatur aufbewahrten Backsteinkäse schon nach 24 Stunden die normalen kleineren und größeren Löcher hatten. Ein weiterer Beweis für die Bakterientätigkeit als Ursache der Lochbildung ist nach den Untersuchungen von E. VON FREUDENREICH (1) darin zu sehen, daß auch Emmentaler Käse, welche aus pasteurisierter Milch bereitet worden sind, keine Lochung erhalten, blind sind.

Die Ansicht, daß zwischen Lochbildung und Blähung der Käse nicht ein qualitativer sondern nur ein quantitativer Unterschied besteht, wird von vielen Milchbakteriologen geteilt. Nach FR. BAUMANN (1) sind beide Erscheinungen die Folge der Anwesenheit von gewöhnlichen, in jeder Milch vorkommenden gasbildenden Bakterien, als deren Vertreter er den von ihm gefundenen *Bac. diatrypeticus casei* ansieht; je nachdem dieser sich den anderen Bakterien gegenüber in einem weiteren oder engeren Verhältnis befindet, erhält man normal gelochte oder aber geblähte Käse. L. ADAMETZ (1) gibt zu, daß Mikroorganismen, welche die Lochung bewirken, auch die Ursache von Blähungen werden können und umgekehrt, er nimmt aber als Material für erstere fast ausschließlich den Milchzucker an, während die Blähung auch durch die Zersetzung von Eiweißstoffen entstehen kann; auch hält er das bei der Blähung entstehende Gas für anders zusammengesetzt, wie auch die das Gas erzeugenden Mikroorganismen anders geartet. Während die Lochung von Milchsäurebakterien, *Tyrothrix*-Arten und Hefen (*Torula*-Arten) herrühren kann, gehören zu den Käseblähern außer den Vertretern der beiden letzten Gruppen die noch zu erwähnenden Bakterien der Euterentzündung und gasbildende Fäulniserreger. Im übrigen hält ADAMETZ Lochung und Blähung für zwei voneinander unabhängige Erscheinungen. V. VON KLECKI (1 u. 2) ist der gleichen Ansicht wie ADAMETZ und zeigt an dem von ihm aus Olmützer Quargeln isolierten *Bac. saccharobutyricus* (s. S. 113), daß er nicht bloß an der Reifung sondern auch an der Loch-

bildung und unter ungünstigen Verhältnissen (hohe Temperatur) an der Blähung dieser und anderer Käse (Hartkäse) beteiligt ist. Nach Fr. J. Herz (1) stammen die die Lochung wie die Gärung verursachenden Bakterien und Hefen aus dem Labauszug; je nachdem sich die Käse mehr oder weniger leicht „öffnen", nimmt man jüngeren oder älteren, d. h. weniger oder mehr gasbildende Bakterien enthaltenden Naturlab-Extrakt; bei leicht öffnenden Käsen bietet älterer Labextrakt die Gefahr des Blähens.

Eine neue Theorie, welche die Lochbildung wie die Blähung der Emmentaler Käse auf mechanischem Wege erklärt, stellt C. Baechler (1) auf. Er nimmt an, daß trotz des Pressens und Trocknens der Käselaibe sich im Teig Hohlräume befänden, die mit Molke erfüllt seien. Diese Molke wird nach einiger Zeit zwar von dem umgebenden Bruch aufgesogen, dieser aber wird dadurch wasserreicher und plastischer als der Bruch an anderen Stellen, so daß er sowohl den Gärungserregern einen günstigeren Nährboden bietet, wie auch die Ansammlung des Gases ermöglicht. Ist infolge kranker oder fehlerhafter Milch oder mangelhafter Fabrikation ein größerer, über den ganzen Käse verbreiteter Teil der Bruchkörner zu molkenreich, so entsteht Nißlerbildung oder zu offener Käse; ist der Käse von Anfang an zu molkenreich oder ungenügend gepreßt, so tritt unter der Presse oder später Blähung ein. Bei zu trockenen Käsen ist der Teig nicht plastisch genug, um Gasbildung zu ermöglichen, dann bleibt der Käse blind oder wenn doch Gasbildung eintritt, entstehen mehrfach Spältchen im Teig, der sogen. Gläslerkäse. Dieser Anschauung schließt sich Keestra (1) auch für den Edamer Käse an: die Lochung ist eine Folge des unvollständigen Zusammenschlusses der Bruchkörner, sie wie auch die Blähung tritt in den ersten Tagen auf, und zwar auf Kosten des Milchzuckers (es sind von M. W. Beijerinck im Edamer Käse mehrfach Milchzucker vergärende *Torula*-Arten gefunden worden).

Von einigen Schweizer Forschern ist die Augenbildung als ein von der Blähung der Käse verschiedener Vorgang erklärt worden, und in der Tat liegen beim Emmentaler Käse und den ihm verwandten Sorten insofern verschiedene Verhältnisse vor, als seine Fabrikationsweise eine wesentlich verschiedene ist. So hat, wie schon auf S. 173 erwähnt ist, F. Schaffer (1) bei der Durchleuchtung von Emmentaler und Tuner Käsen die Beobachtung gemacht, daß Augen überall da sich bildeten, wo der Teig infolge der Reifung sich aufhellte, so daß also Reifung und Augenbildung als zwei gleichzeitige, sich gegenseitig bedingende Prozesse erscheinen, während nach E. Duclaux's (1) Annahme die Lochung der Reifung im allgemeinen vorausgeht. Das stimmt bei diesem Käse mit der Tatsache überein, daß die Lochung erst einige Wochen nach der Bereitung, während des Aufenthaltes im Gärkeller, eintritt. Auch E. von Freudenreich (1) ist der Ansicht, daß die Augenbildung und die Blähung beim Emmentaler Käse ursächlich nicht gleiche Erscheinungen sind. O. Jensen (1) stimmt Weigmann und Adametz wohl darin bei, daß die Lochbildung wie auch die Blähung bei Weichkäsen und bei solchen Hartkäsen, die nicht hoch nachgewärmt werden, in den ersten Tagen nach der Bereitung auf Kosten des Milchzuckers und vermutlich auch von den gleichen Organismen (Hefen etc.) bewirkt wird, bei den hoch nachgewärmten Käsen aber wohl eine Blähung in den ersten Tagen und auf Kosten des Milchzuckers stattfinden kann, nicht jedoch die normale Lochbildung, welche ein mit der Reifung im

Zusammenhange stehender Vorgang ist. JENSEN konstatierte das Auftreten eines Blähungserregers, des *Bac. Schafferi*, in einem kaum sehr offenen Käse in großer Menge im ganzen Teig zerstreut und namentlich nicht in größerer Ansammlung in der Nähe von Augen, mit Ausnahme eines Falles, wo ein Stückchen Kuhkot die Veranlassung dazu war. Die normale Lochung des Emmentaler Käses steht also mit Blähungserregern in keiner Beziehung. JENSEN ist vielmehr der Meinung, daß sie der Gasbildung der die Reifung des Emmentaler Käses bewirkenden Milchsäurebakterien zu danken ist. Seine Ansicht über die chemischen und mechanischen Vorgänge bei der Lochbildung deckt sich mit der von BAECHLER insofern nicht ganz, als er dem größeren Wasserreichtum einzelner Stellen die Folge zuschreibt, daß hier eine größere Menge Milchsäure gebildet wird, welche die Reifung hemmt und den Teig nicht plastischer sondern bröckeliger und gerade dadurch für die Ansammlung des Gases geeigneter macht. Die Umgebung der Augen zeige auch einen geringeren Grad der Auflösung und Zersetzung als der übrige Teig. Beim schwedischen Güterkäse herrschen bezüglich der Bereitung und des Verlaufes der Reifung und Augenbildung die gleichen Verhältnisse wie beim Emmentaler Käse, weshalb G. TROILI-PETERSSON (1) sich den Anschauungen JENSEN's völlig anschließt. Man darf mit diesem es nun auch für ausgemacht halten, daß bei den Käsen nach Emmentaler Art die normale Lochung ein von der in den ersten Tagen unter der Presse eintretenden Blähung verschiedener Prozeß ist, der nicht auf Kosten von Milchzucker erfolgt, sondern der Gasbildung bei der Caseinzersetzung seine Entstehung verdankt. Die Erreger der normalen Lochung werden deshalb auch wohl anderer Art, also mehr Eiweißzersetzer als Milchzuckervergärer sein. Allerdings wird die Unterscheidung keine allzu strenge sein dürfen und die Möglichkeit der Herbeiführung beider Vorgänge durch gleiche, aber in verschieden großen Mengen auftretende Erreger zugestanden werden müssen. Diese Möglichkeit wird durch einen neuerdings von A. PETER und M. SCHNEEBELI (1) mitgeteilten Fall dargetan, in welchem ein Emmentaler Käse nachträglich, beim Lagern im kühlen Keller, durch einen Milchzuckervergärer, einer gelben Farbstoff sowie Schleimstoff erzeugenden Varietät des *Bact. aerogenes*, stark gebläht wurde. Die genannten Forscher weisen überhaupt darauf hin, daß zwischen der Preßler- und der späteren Blähung viele Uebergänge bestehen, so daß bis zum Alter von 4—6 Wochen die Gefahr der Blähung so ziemlich immer besteht. Immerhin muß man bei den nach der Emmentaler Methode bereiteten Käsen nach A. PETER (1) dreierlei Arten von Blähung unterscheiden. Die erste und häufigste ist die der schon erwähnten Preßlerbildung unter Auftreibung zu einer schwammigen Masse; sie ist von PETER in 44 Fällen 31 mal beobachtet worden. Die zweite und demnächst häufigere Art ist die der ladtönigen Käse, ebenfalls eine Blähung unter der Presse („auf dem Lad"), wobei der Käseteig nur an einzelnen, sich durch einen hohlen Ton („ladtönig") zu erkennen gebenden Stellen aufgebläht wird. Die dritte Art ist die nachträglich im Keller entstehende Blähung, wobei die sonst eintretende Gärung zu früh und zu stark einsetzt. Sie ist eine übertriebene Lochung und dürfte, abgesehen von dem eben erwähnten Fall, im allgemeinen anderen Charakters sein als die Blähung.

Die **Blähungserreger** können, wie E. VON FREUDENREICH (2) zuerst erwiesen hat, in naher Beziehung zu den Erregern von Euterentzündungen (s. S. 193) stehen, so daß also Milch von Kühen, welche mit diesem

Leiden behaftet sind, sehr häufig geblähte Käse, bei Emmentaler Käse Preßler, entstehen läßt. Solche Erreger sind *Bac. Guillebeau a, b* und *c*, Bakterien, deren Zugehörigkeit zur Sammelart *Bac. aerogenes* feststeht. Ein anderer, ebenfalls Euterentzündung verursachender Blähungserreger 5 ist der von L. Adametz (2) isolierte *Micrococcus Sornthalii*, ein auf Milchzuckergelatine in Form von schmutzig- bis gelblichweißen, schleimigen, am Rande gewellten Kolonien wachsender Staphylokokkus, der in zwei, sterile Milch verschiedenartig zersetzenden Varietäten auftrat. Ferner sind noch zu erwähnen eine gärende Varietät des vom 10 gleichen Forscher (3) aufgefundenen Erregers des gelben Galt, ein mit dem *Streptococcus agalactiae contagiosae* wohl identischer Streptokokkus, der *Streptococcus de la mamitte contagieuse* Macé und der *Micrococcus mastitis* Hueppe's.

Andere Blähungserreger sind nicht pathogen und stehen mit Euter-15 entzündungen in keinem Zusammenhang. Ein solcher ist der von E. von Freudenreich (3) aus einem Nißler gezüchtete, dem *Bact. coli commune* sehr nahe stehende *Bac. Schafferi*. Mit diesem konnte E. von Freudenreich künstlich sowohl einen an mehreren Stellen mit großen Löchern versehenen Käse als auch wieder einen Nißler erzeugen, letzteren 20 dann, wenn die Bakterienkultur vor dem Labzusatz tüchtig in die Milch hineingerührt wurde. Zwei nicht pathogene Bakterien sind ferner von H. Weigmann (1) angegeben worden, die aber wahrscheinlich den als Gas erzeugend schon bekannten und deshalb zu den Käseblähern gerechneten *Coli*- und *Aerogenes*-Bakterien sehr nahe standen. Daß 25 Fr. Baumann (1) alle Blähungserscheinungen wie auch die Lochung der Käse auf eine einzige in jeder Milch in größerer oder geringerer Menge vorhandene Bakterie, den *Bac. diatrypeticus casei*, zurückführen zu können vermeint hat, ist schon auf S. 223 erwähnt worden; die Ansicht ist aber von allen Milchbakteriologen, vor allem von L. Adametz (1), zurück-30 gewiesen worden. Von diesem ist auch eine Zusammenstellung aller derjenigen Mikroorganismen, welche bei der Blähung im Käse in Betracht kommen, gemacht worden, in welcher außer den schon genannten Bakterien noch einige *Tyrothrix*-Arten von Duclaux, sowie namentlich die seinerzeit bekannten Milchzucker vergärenden Sproßpilz- bezw. 35 *Torula*-Arten aufgeführt sind. J. Henrici (1), der 28 verschiedene Käsesorten untersucht hat, konnte den Baumann'schen Bazillus in keinem finden, dagegen erwiesen sich drei der von ihm beschriebenen Käsebakterien als starke Gasbildner, nämlich *Bac. vesiculiformans*, *Bact. vesiculosum* und *Bact. Castellum*. L. H. Pammel (1) beschreibt einen 40 fakultativ anaeroben *Bac. aromaticus*, der in Bouillon und Milch einen Geruch nach Limburger Käse erzeugt und Milchzucker in Gärung versetzt. Er verflüssigt Gelatine und bringt auf dieser einen mehr nußartigen Geruch hervor. Eine weitere, Milchzucker stark vergärende und daher Käseblähung verursachende Sproßpilzart ist von N. Bochicchio (1) 45 aus Granakäse isoliert und unter dem Namen *Lactomyces inflans caseigrana* (s. Bd. IV, S. 284) beschrieben worden. H. L. Bolley und C. M. Hall (1) konstatieren eine Beziehung zwischen Kuhkot und Blähung der Käse. Die Milch mehrerer Kühe gab in ungereinigtem Zustande geblähte, bei reinlicher Gewinnung dagegen fehlerlose Käse. Da ge-50 lüftete Milch keine geblähten Käse gab, so vermuten die beiden Forscher, daß die Blähungserreger anaerob oder wenigstens fakultativ anaerob wären. Sie finden diese übrigens in großer Menge an den Wandungen der Höhlungen sitzen; denn Abschabsel von diesen, in Milch aufgelöst,

gab wieder geblähte Käse. Bei starken Blähungen an Backsteinkäsen fand A. KÖSTER (1) seinen schon auf S. 198 erwähnten, aus Brunnenwasser stammenden kurzen Bazillus.

Die wichtigsten und häufigsten Blähungserreger sind offenbar die *Coli-* und *Aerogenes*-Bakterien. Nachdem schon von verschiedenen anderen Seiten auf die Gefährlichkeit derselben bei der Käsebereitung hingewiesen worden war, beschrieb C. E. MARSHALL (1) je eine Varietät der beiden Sammelarten als Käseblähler und F. C. HARRISON (1) eine solche des *Bact. coli*, welche in gefärbtem Käse zugleich helle Flecken verursachte (s. S. 234). Nach A. PETER (1) zeichnen sich solche als Blähungserreger auftretende Varietäten der *Coli-* und *Aerogenes*-Bakterien vor anderen Varietäten durch ein ganz besonders starkes Gasentwicklungsvermögen auf milchzuckerhaltigen Nährböden aus. Nach seiner Erfahrung sind sie es auch, welche die bei weitem häufigste Art der Blähung des Preßlers verursachen, und auch E. VON FREUDENREICH erkennt an, daß die von ihm *Bac. Schafferi* genannte Abart des *Bact. coli* häufiger vorkommt und häufiger Anlaß zu Blähungen ist als die Erreger der Euterentzündungen. Ebenso dürfte nach PETER der *Micrococcus Sornthalii* nur ein ausnahmsweise vorkommender Schädling sein. PETER glaubt, daß diese besonders stark blähenden *Coli-* und *Aerogenes*-Varietäten dann in die Milch gelangen, wenn Kühe an Verdauungsstörungen leiden; so fand er auch im schäumigen Kot einer darmkranken Kuh beinahe eine Reinkultur eines sehr stark gärenden Stammes von *Bact. coli*. Da solche Verdauungsstörungen vielfach durch raschen Futterwechsel, Darreichung von nassem Gras, Klee oder auch bei Fütterung von zu viel Klee, von Mehltränken und anderen leicht gärenden Futterarten verursacht werden, so sind solche Fütterungsweisen fast immer Veranlassung zu Käseblähungen. Es darf aber wohl angenommen werden, daß es sich hier nicht um eine indirekte sondern um eine direkte Wirkung handelt, daß also die auf solchen Pflanzen und Futterstoffen vorkommenden *Coli-* und *Aerogenes*-Bakterien sowohl die Ursache der Verdauungsstörung (Trommelsucht der Rinder) als auch der Blähungen im Käse sind.

Eine andere Quelle dieser *Coli-* und *Aerogenes*-Bakterien ist das bei der Bereitung von Emmentaler Käsen bisher noch immer benutzte Naturlab, in welches sie anscheinend durch den dazu verwendeten Labmagen der Kälber gelangen, und in welchem sie dann stark zur Herrschaft kommen, wenn die Labflüssigkeit nicht die genügende Menge Säure enthält (s. S. 229). In solchem Falle macht sich das dadurch bemerkbar, daß der Bruch schnell fest wird und sich seifig anfühlt. Die durch *Aerogenes*-Bakterien verursachten Preßlerkäse sind in der Regel von noch schlechterer Qualität als die von *Coli*-Arten zustande gekommenen, in ihnen machen sich die charakteristischen „Glanzlöcher“ bemerkbar, während die normalen Augen von mattem Glanz sind. Die von den Praktikern so gefürchtete Biestmilch, die räßsalzige Milch wie auch die Milch der altmelken Kühe geben nach PETER weniger durch ihre Bakterien als dadurch Gelegenheit zur Bildung von blähenden Käsen, daß sie eine abnormale chemische Beschaffenheit haben und vor allem bei der Auslabung einen Bruch geben, der die Molke („Sirte“) zurückhält, so daß sich im Käse leicht Sirtenhöhlungen bilden, die infolge des darin enthaltenen Gärmaterials zur Blähung (Sirtenlöcher) führen. Die von BOEKHOUT und OTT DE VRIES (1) beim Edamer Käse gemachte Unterscheidung zwischen Blähung unter der Presse und einem mehr lockeren

Gefüge („offene“ Käse) dürfte weniger eine Wesensverschiedenheit in sich schließen als vielmehr quantitativer Art sein.

Als die Erreger der Augenbildung bei den hoch nachgewärmten Käsen werden von E. von Freudenreich und O. Jensen diejenigen Milchsäurebakterien angesehen, welche nach ihrer Meinung zugleich die Erreger der Reifung dieser Käse sind; von anderer Seite liegen Untersuchungen darüber nicht vor. Eine im Käse häufig enthaltene und bei etwas höherer Temperatur gaserzeugende Bakterie ist *Clostridium Polymyxa* Prażmowski (s. S. 110), das hier vielleicht mit in Frage kommt.

Die **Verhütung der Blähung** von Käsen kann nach dem Vorausgegangenen auf zweierlei Art, nämlich direkt und indirekt geschehen. Der letztere Weg ist der natürlichere und deshalb zweckmäßigere, er besteht darin, daß man bei der Gewinnung der Milch alle Gelegenheiten einer Infektion mit den gefährlichen Blähungserregern vermeidet. Ausschließung aller Milch von kranken Kühen, namentlich aber von solchen mit Eutererkrankungen, Verhütung von Verdauungsstörungen bei den Kühen, möglichst reinliche Gewinnung der Milch (Waschen der Euter, Weggeben der ersten Milch), öfteres Desinfizieren des Stalles mit Kalk, ferner Ausschließung von Biestmilch sowie der Milch von ganz altmelken Tieren von der Verkäsung sind die gegebenen Maßregeln.

Die Mittel zur Unterdrückung der Blähung im Käse auf direktem Wege ergeben sich aus dem Verhalten der sie verursachenden Bakterien. Da wenigstens die Blähungen im Anfange der Reifung auf der Vergärung des Milchzuckers beruhen, so ist das erste Mittel das, daß man den Gärungserregern das Gärmaterial entzieht. Das geschieht zunächst bereits im Käsekessel dadurch, daß man den Bruch in der Molke beim Nachwärmen trockener zu machen sucht und ferner dadurch, daß man nach dem Pressen dem fertigen Käse die Molke durch kräftiges Salzen entzieht. E. von Freudenreich (4) hatte gezeigt, daß man diesen Entzug der Molken schon vor dem Pressen erreicht, wenn man das Salzen des Bruches bereits im Käsekessel, solange er noch in der Molke sich befindet, vornimmt. Schon ein Zusatz von 3 Proz. Kochsalz genügte, um eine zu erwartende Blähung stark einzudämmen. Das Verfahren hat sich aber in die Praxis kaum eingeführt, weil es eine vollständige Verhinderung der Blähung doch nicht erzielen läßt, und dann, weil die trocken gemachten Bruchkörner schwer zusammenhalten, der Käse auch selten normal reift.

Das zweite Mittel ergibt sich aus dem Verhalten der Blähungserreger zur Temperatur. Für diese scheint eine solche von etwa 42° C die Optimaltemperatur zu sein. Alle Käse also, welche bei einer dieser naheliegenden Temperatur bereitet oder nachgewärmt werden oder während der Pressung diese Temperatur behalten, werden leicht blähen, wenn nicht die zunehmende Säuerung die starke Entwicklung der Blähungserreger behindert. Die bei der Fabrikation des Emmentaler Käses übliche Nachwärmung auf 55° C bewirkt nun eine Schwächung der Lebensfähigkeit oder selbst Vernichtung vieler in der Milch enthaltener Bakterien, darunter auch gewisser Milchsäurebakterien, beeinträchtigt aber das Wachstum der Blähungserreger weniger. Eine wenn auch nur geringe Erhöhung der Nachwärmetemperatur, nach A. Peter auf 58° C, nach E. von Freudenreich (5) auf 60° C, würde auch auf die Blähungserreger ungünstig einwirken, zugleich aber eine zu starke Beseitigung von Milchsäurebakterien herbeiführen, so daß die im Beginne der Reifung aus anderen Gründen (s. § 49) so notwendige

Säuerung unterbleiben würde. Nach dem Pressen und Salzen des Käses hat man das Mittel an der Hand, daß man den Käse einer kühlen Temperatur aussetzt. Es ist eine alte Erfahrung, daß man auf diese Weise Blähungen im Käse unterdrücken kann, aber begreiflicherweise nur solche, welche nach dem Pressen sich einstellen. Dieses Verfahren 5 der Kältereifung (s. S. 160) oder der Kühlreifung bei einer Temperatur unter 15° C ist namentlich bei solchen Käsen, welche an sich langsam reifen, ein sehr unbequemes Verfahren, bei anderen Käsesorten, so z. B. beim Cheddarkäse, scheint sie recht zweckmäßig zu sein. Im allgemeinen liegt speziell mit Bezug auf den Einfluß der Kühlreifung auf den Ge- 10 schmack noch zu wenig Erfahrung vor.

Wie schon erwähnt, kommen die *Coli*- und *Aerogenes*-Bakterien namentlich dann zu besonderer Wirkung, wenn sich in der für die Bereitung des Labes benutzten Molke nicht zugleich auch Säuerungsbakterien in genügender Menge einfinden, oder auch, wenn die Milch 15 selbst zu wenig Milchsäurebakterien enthält. Es ist früher schon beobachtet worden (Burri, von Freudenreich, Harrison), daß die *Coli*- und *Aerogenes*-Bakterien unter der Einwirkung von Säure leiden, namentlich in ihrem Gasbildungsvermögen geschwächt werden, und es ist ferner von A. Peter (2) die Beobachtung gemacht worden, daß Käse, 20 welche die Anlage haben zu blähen, in ihrem Säuregehalt zurückbleiben. Ein einfacher Versuch Peter's zeigt, daß Säurezusatz die Gasbildung von *Bact. aerogenes* aufhebt. Während eine Milchzuckeragarkultur ohne Essigsäurezusatz heftige Gasbildung aufwies, trat dieselbe bei einem Säurezusatz bis zu 12 Säuregraden (Soxhlet-Henkel) sehr viel später 25 und bei einem solchen bis zu 25 Säuregraden gar nicht mehr auf. Ebensolche Versuche von F. W. J. Boekhout und J. J. Ott de Vries (1) mit Milchsäure in sterilisierter Molke ließen erkennen, daß das Wachstum der Blähungserreger der genannten Art bei einem Milchsäuregehalt von 0,3 Proz. beeinträchtigt zu werden anfängt, während es bei 0,4 Proz. 30 ganz aufgehoben wird. Es ist deshalb eine von den Käsern der Schweiz gemachte Erfahrung, daß das Naturlab, das, wie erwähnt, der Milch große Mengen von Blähungserregern zuführen kann, den nötigen Säuregrad, etwa 40 Grad Soxhlet-Henkel, haben muß, weshalb zu Zeiten der Gefahr (Uebergang zur Weide etc.) das Lab mit saurer Molke 35 extrahiert wird. Viel zweckmäßiger würde es sein, daß man mit Reinkulturen von Milchsäurebakterien arbeitete, wozu allerdings solche Milchsäurebakterien ausgewählt werden müßten, welche die hohe Nachwärmungstemperatur überstehen; vergl. auch R. Burri (1).

Ein letztes Vorbeugungsmittel gegen Blähungen in Käsen besteht in 40 der Zuführung von Kalisalpeter, ein Mittel, das bisher von den Praktikern bei der Bereitung von Holländer, namentlich Edamer Käsen angewandt worden ist. Es ist bereits von M. W. Beijerinck (1) darauf hingewiesen worden, daß die von ihm neu aufgestellte, *Bact. coli* und *Bact. aerogenes* einschließende Gattung *Aerobacter* (s. S. 82) infolge der 45 Bildung von Wasserstoff reduzierend wirkt und namentlich Nitrate in Nitrite und schließlich in Stickstoff umwandelt, sowie daß darauf die Anwendung von Salpeter beim Käsereibetriebe in Holland beruht. Ausführlichere Untersuchungen darüber aber sind von F. W. J. Boekhout und J. J. Ott de Vries (1) ausgeführt worden. Ein von ihnen isolierter, 50 der Gattung *Aerobacter* angehöriger Käsebläher produziert aus 2,5 g Milchzucker der Molke 0,903 g Kohlensäure und 0,009 g Wasserstoff, während rund 1,6 g wahrscheinlich in Säure umgewandelt worden sind.

Zur Deckung seines Sauerstoffbedürfnisses entnimmt er leicht reduzierbaren Stoffen, wie Nitraten und auch Chloraten, Sauerstoff, während der Milchzucker, welchem ohne diesen Zusatz der Sauerstoff entzogen würde, unzersetzt bleibt. Nach den Versuchen der genannten Autoren genügen 0,1 Proz. des Milchgewichtes an Salpeter, um die Gasbildung aufzuheben, nach BEIJERINCK's Angaben wird die Blähung schon durch 0,05 Proz. verhütet.

§ 62. Blauer und schwarzer Käse, Rostflecken und andere Färbungen.

Die Blaukrankheit der Edamer und Gouda-Käse zeigt sich darin, daß der Teig in kleinen Abständen Punkte oder kleine kugelige Flecken von 1—2 mm Durchmesser mit blauem bis blauschwarzem Inhalt führt. Sie sind bei jungen Käsen noch nicht oder nur in ganz geringer Zahl vorhanden, häufen sich aber mit dem Alter des Käses an, wobei die Flecken auch größer werden und deutlich einen dunkeln Kern enthalten, der von einem helleren Saum umgeben ist. Nach einer eingehenden Untersuchung dieser Erscheinung durch TH. J. KLAVERWEIDEN (1) an Goudakäsen ist die in den Punkten und kugeligen Flecken befindliche dunkle Substanz stark eisenhaltig; KLAVERWEIDEN konnte in ihnen die 17-fache Menge Eisen nachweisen wie im übrigen Teig des Käses. Es ist ihm auch gelungen, in verschiedenen Käsereien die Herkunft des Eisens auszuforschen und mit der Beseitigung der Quelle der Verunreinigung auch den Käsefehler zu beseitigen. Vielfach ist das Wasser in Holland eisenhaltig und enthält *Crenothrix polyspora* (s. Bd. III, S. 195), so daß sowohl diese wie Eisenschlamm direkt in die Käse gelangen. Die gleiche Erscheinung am Edamer Käse ist von H. DE VRIES (1) für bakteriellen Ursprungs erklärt worden, doch ist es ihm nicht gelungen, den Erreger aufzufinden. Nach M. W. BEIJERINCK (2) befindet sich derselbe auch in den Flecken selbst wie auch überhaupt in den alten Käsen nicht mehr im lebenden Zustande, sondern muß aus jungen noch ungefärbten Käsen gezüchtet werden. Die Bakterie der Blaukrankheit, *Bac. cyaneo-fuscus* BEIJERINCK, verträgt nämlich andauernde Einwirkung von Säure nicht und ist deshalb in alten Käsen abgestorben. Der Bazillus ist kein Milch-, sondern ein Wasser-, speziell Abwasserbewohner und bevorzugt Eiweißstoffe als Nahrung. Er wächst auf der gewöhnlichen Nährgelatine in Form von runden Verflüssigungsschalen, auf deren Grund sich schwarzbraune Bakterienmassen ansammeln, während die umgebende Gelatine selbst braun gefärbt wird. Die Züchtung gelingt am besten in einer 0,5—1-proz. Lösung von Pepton in Leitungswasser, darin zuerst ein schönes Grün, dann Ultramarinblau, schließlich, von der Oberfläche ausgehend, eine braune bis braunschwarze Färbung erzeugend. Auch die Isolierung der Bakterie gelingt mit dieser Lösung, wenn sogleich nach Eintritt der Grünfärbung eine Umpflanzung in die gleiche Nährlösung erfolgt und die eigentliche Isolierung schließlich mit Hilfe einer aus Leitungswasser und ohne Pepton bereiteten Gelatine herbeigeführt wird. Der Farbstoff ist nach BEIJERINCK an sphäritische Eiweißkörper gebunden, die sich auch in den Flecken im Käseteig vorfinden. In Milch entstehen ebenfalls die erwähnten Färbungen in der angegebenen Reihenfolge. Daß der *Bac. cyaneo-fuscus* die Ursache der blaukranken Holländer Käse ist, ist durch den gelungenen Versuch

BEIJERINCK's, mit Kulturen desselben blaue Käse herzustellen, gesichert. Die Vermutung, daß der *Bac. cyanogenus* (s. S. 205) ebenfalls blauen Käse verursachen könnte, ist durch einen Versuch von L. ADAMETZ (1) hinfällig geworden. G. MARPMANN (2) erklärt einen von C. BESANA (1) mitgeteilten Befund von einem mit schwarzen Flecken übersäten und zu- 5 gleich nach Knoblauch riechenden Parmesankäse durch die Anwesenheit von „ferrophilen" Bakterien oder Pilzen, welche das wenige im Käse enthaltene Eisen in ihrem Innern aufspeichern und zu Schwefeleisen reduzieren; der Knoblauchgeruch verdankt seine Entstehung vermutlich der Reduktion von phosphorsauren Salzen bezw. von Phosphorsäure aus 10 dem Casein (vergl. Bd. III, S. 108).

Diese Blaukrankheit ist nicht zu verwechseln mit anderen blauen Flecken in Holländer Käsen, die auf mechanischem Wege entstehen. Nach Mitteilung der Versuchsstation Hoorn ist es nämlich in Holland Gebrauch, die hölzernen Käsebottiche mit blauer Oelfarbe anzustreichen, 15 was beim Herausnehmen des Bruches mit den Käsereiinstrumenten zum Abspringen kleiner Stückchen der Farbe und zur Aufnahme in den Käse Veranlassung geben kann.

Am Blau- oder Blauschwarzwerden von Weichkäsen der Limburger Art trägt meist Eisenrost die Schuld; es sollen 20 aber auch Kupfer und Blei die Ursache gewesen sein. Nachdem schon mehrfach die Beobachtung gemacht worden war, daß die mittels Centrifuge entrahmte Milch leichter als die nach den alten Aufrahmungsverfahren gewonnene Magermilch blaue Käse gibt, stellte M. SCHMÖGER (1) fest, daß es sich dabei um eine durch Eisen bewirkte Färbung handelt: 25 Milch, welche mit etwas Eisenchlorid versetzt worden war, gab schwarzblaue Käse. In praxi gelangt das Eisen in Form von Eisenrost, der nach Abnutzung der Verzinnung an den eisernen oder stählernen Molkereigeräten sich ansetzt, in die Milch. Die Schwarzblaufärbung tritt an den Käsen in weiter Ausbreitung namentlich an den Außen-, speziell den 30 Flachseiten auf und dringt von da in das Innere, offenbar weil von außen her infolge der Reifung die Bildung von Schwefelwasserstoff und dadurch die Abscheidung des Eisens aus der über die ganze Käsemasse verteilten milchsauren Lösung stattfindet, während der saure und unreife Kern frei bleibt. Ob in einem von A. HEHLE (1) mitgeteilten Falle das von 35 den Futterrübenschnitzeln aus dem Bottich aufgenommene Eisen in die Milch übergegangen und so Ursache der blauen Käse geworden ist, dürfte zu bezweifeln sein. Dagegen ist es eine alte Beobachtung, daß das bei dem alten holsteinischen Sattenaufrahmverfahren gebräuchliche Anstreichen der hölzernen Satten mit Mennige Blaufärbung von Back- 40 steinkäsen herbeiführen kann. Auch Kupfersalze können Blau- oder Grünfärbung von Käsen veranlassen und dadurch in diese gelangen, daß bei schadhafter Verzinnung der benutzten Kupferkessel und ungenügender Reinlichkeit Grünspan entsteht. So berichtet MARIANI (1) von einem Käse, der beim Anschneiden nach einiger Zeit auf der Schnittfläche 45 eine grünlichblaue Färbung annahm; die chemische Untersuchung ergab auf 1 kg Käse 54—215 mg Kupfer. Bei einem von L. ADAMETZ (1) mitgeteilten Falle der Entstehung von blauem Käse ist nicht bloß dem Eisen sondern auch dem Kupfer die Schuld beigemessen worden.

Eine andere, wenn auch in ihrem Aeußeren nach manchen Seiten 50 dem Blauwerden der Weichkäse sehr ähnliche Erscheinung dürfte das im bayerischen Allgäu ebenfalls an Romadour- und Backsteinkäsen auftretende, von FR. J. HERZ (2) näher studierte Schwarzwerden sein.

Dieser Fehler soll namentlich in kalten Kellern auftreten und es soll sich dabei der Käse vor dem Schwarzwerden mit einer Pilzdecke überziehen. Vermutlich ist dies der gleiche Schimmelpilz, den an einem anderen Orte L. ADAMETZ aus solchem, allerdings mehr dunkelbraunem 5 als schwarzem Backsteinkäse gezüchtet und mit *Cladosporium herbarum* LINK (s. Bd. IV, S. 274) identifiziert hat. F. HUEPPE (1) wieder hat aus einem Allgäuer schwarzen Käse einen nach G. GROTENFELT (1) wohl ein Mycel, aber nicht auch Ascosporen bildenden Sproßpilz (nach E. CHR. HANSEN vielleicht eine *Cladosporium*- oder *Fumago*-Art) gezüchtet. Mit 10 diesem wahrscheinlich identisch ist der von G. MARPMANN (1) ebenfalls aus schwarzem Käse isolierte Sproßpilz, den er *Saccharomyces niger* (s. Bd. IV, S. 300) nannte. Nach ADAMETZ liegt die Möglichkeit vor, daß auch andere, schwarze Färbungen verursachende Schimmelpilze die Ursache wenigstens äußerlich an den Käsen auftretender Schwärzungen 15 sind, so zwei von WICHMANN studierte braunschwarze Sproßpilze und der schwarze Rispenschimmel *Cladosporium penicilloides* FRES., welcher dem *Cladosporium herbarum* LINK nahe verwandt ist.

Ein in Amerika scheinbar recht häufig gewordener Käsefehler ist das Rostfleckigwerden des Cheddarkäses (rusty spots). Die 20 Erscheinung besteht darin, daß der Käseteig, am meisten aber der Rand der Augen, mit kleinen gelbroten Punkten oder Flecken durchsetzt ist. Diese entstehen selten früher als acht Tage nach der Herstellung des Käses und wachsen in 2—3 Monaten an Zahl noch an. Der Fehler tritt im Frühjahr, etwa Mai, auf, dauert im Sommer an und verliert 25 sich im Herbst. Obwohl der Geschmack des Käses unter dem Fehler nicht leidet, wird der Wert desselben doch durch das Aussehen stark beeinträchtigt, namentlich wenn das Fleckigwerden so überhand genommen hat, daß der Käse sich ansieht, als ob er ungleichmäßig mit Annatto gefärbt wäre. Die Erscheinung ist zuerst in Canada von 30 W. T. CONNELL (1) entdeckt und auch in ihrer Ursache als von einer Bakterie, *Bac. rudensis*, herrührend erkannt worden. Bald darauf ist sie auch in den Vereinigten Staaten im Staate New York beobachtet und von H. A. HARDING, L. A. ROGERS und G. A. SMITH (1) sowie später noch einmal von HARDING und SMITH (1) studiert worden. Es hat sich auch 35 hier immer der *Bac. rudensis* vorgefunden, es gelang aber nicht, seinen Ursprungsort aufzuspüren; offenbar wurde er durch die Milch einzelner Lieferanten in die Käsereien eingeschleppt und durch die seitens dieser zurückgegebene Molke mehr und mehr verbreitet. Man kann den *Bac. rudensis* sehr leicht aus der Käsemasse herauszüchten, wenn man ihn 40 von den Rostflecken auf sterile Kartoffelscheiben überträgt, auf denen er rostfarbige Kolonien bildet. Auf Milchzuckergelatine oder Agar wächst er farblos. Die Bereitung rostfarbiger Käse mit der Kultur des Bazillus gelingt leicht, wenn man den aus der Käsewanne herausgenommenen Bruch damit bestreicht.

45 Auch am Emmentaler Käse können dunkle, punktförmige Färbungen auftreten, wie R. BURRI (2) neuerdings gezeigt hat. Sie werden zuerst an der äußeren, sogen. Järbseite deutlich und dringen mehr und mehr ein, verlieren sich aber nach der Mitte zu. Die mehr kugeligen Punkte haben die Größe von etwa 0,5 mm Durchmesser, sind 50 mit einer bräunlichen, schmutzig bräunlichgrauen bis schwarzen, breiigen Masse erfüllt und von einem blaß-schmutzigbraunen Hofe umgeben; sie stellen also eine in den Käseteig eingebettete Kolonie der die Färbung verursachenden Bakterie dar. Diese zeigt, vom Käse wie auch von

Kulturen abgenommen, eigentümliche Involutionsformen; sie wächst sehr schlecht auf Gelatine und Agar, etwas besser in Zuckerbouillon und in Milch, welcher 1 Proz. Pepton zugesetzt ist, dagegen mangels löslicher Eiweißstoffe schlecht in sterilisierter Milch. Die mit Pepton versetzte Milch gerinnt infolge Säurebildung zu einem weichen, homogenen Coagulum. 5 Die bisher noch nicht identifizierte Bakterie gleicht, abgesehen von der Farbstoffbildung, sehr dem *Bact. lactis acidi* LEICHMANN.

Zu den mehr vereinzelt auftretenden Farbfehlern an Käsen gehören die Rotfärbungen. Eine von diesen ist das lange bekannte, aber noch nicht völlig aufgeklärte Bankrotwerden der Schweizer Käse. 10 Dieses hat wohl seinen Ursprung im Holz der Bänke, auf denen die Käse lagern, es ist aber nicht sicher, ob es eine bakteriologische Erscheinung ist oder ob ein roter Farbstoff aus dem Holz auf die Käse übertragen wird. Während TH. AUFSBERG (1) sagt, daß die bankroten Käse von feuchten, längere Zeit nicht getrockneten Rottannenbrettern 15 herrühren, entstehen sie nach R. STEINEGGER (1) durch die Benutzung frischen Tannenholzes, dessen Saft in die Rinde und selbst tiefer in den Käse eindringt. Bei den meisten Rotfärbungen von Käsen handelt es sich um die Farbstofferzeugung durch Mikroorganismen. Eine der ältesten Beobachtungen nach dieser Richtung ist die von F. SCHAFFER (1), 20 bei welcher Emmentaler Käse nicht bloß außen sondern auch im Innern stellenweise und auf größere Flächen ausgedehnt rot geworden waren. SCHAFFER konstatierte als Ursache eine *Torula*-Art, welche von DEMME (1) als *Saccharomyces ruber* (s. Bd. IV, S. 296) beschrieben und als pathogen, Erbrechen und Durchfall erregend, befunden wurde. Zwei andere, am 25 Emmentaler Käse Rotfärbungen erzeugende Mikroorganismen sind die von L. ADAMETZ (1) isolierten beiden „roten Käsemikrokokken I und II“. Beide rufen auf der Rinde des genannten Käses kleine, runde Flecke hervor. Der von manchen als Erreger von Rotfärbungen an Käsen aufgeführte *Bac. prodigiosus* ist bisher noch von niemandem als solcher an- 30 getroffen worden. ADAMETZ hat ferner ebenfalls auf Emmentaler Käse einen roten Schimmelpilz und auf Weichkäsen als Ursache ziemlich großer, runder, orangeroter bis ziegelroter Flecke ein *Oidium aurantiacum* gefunden. Dieses ist bereits im Jahre 1871 von FONSSAGRIVES (1) auf der Rinde von Roquefort-Käse konstatiert worden. Die auf Port-du- 35 Salut-Käsen häufig auftretenden goldgelben Flecke sind nach CHR. BARTHEL (1) Kolonien einer Luftbakterie, des *Micrococcus flavus desidens* FLÜGGE. Von O. GRATZ (1) ist das Vorkommen von großen roten Flecken, die schließlich den ganzen Käse äußerlich rot färben, ohne in das Innere einzudringen, auf sogen. Trappistenkäse beobachtet worden. Diese mit 40 einem schlechten bitteren Geschmack verbundene Färbung rührt von einem blaßrosa Kolonien bildenden, die Gelatine verflüssigenden Spaltpilz, *Micrococcus rubri casei*, her. Möglicherweise kann auch eine von H. STADLINGER und J. PODA (1) neuerdings auf roter Butter gefundene, als *Bact. butyri rubri* beschriebene Bakterie mit hierher gerechnet werden, 45 da sie Casein als Nährboden vorzieht. Nach FR. J. HERZ (4) können auch Eisensalze eine rote Farbe bei Käsen hervorbringen, nämlich dann, wenn sich in solchen Rhodan bildet, was vermutlich bei mangelhafter Reifung der Fall ist. Da Rhodan nur bei der Einwirkung auf Eisenoxydsalze Rotfärbung erzeugt, so zeigt sich diese nur da, wo der Käse 50 der Luft ausgesetzt ist.

Ein Fleckigwerden von Käsen entsteht dann, wenn die zur künstlichen Färbung benutzte Annattofarbe durch Bakterienwirkung ge-

bleicht wird. Ein solcher Käsefehler ist in großem Maßstabe in den Jahren 1896/97 in Schottland an Cheddarkäse aufgetreten und von J. R. Campbell (1) mit Hilfe von Milchsäurebakterien-Reinkulturen unterdrückt worden. Dasselbe Fleckigwerden wurde später an der gleichen Käsesorte in Canada von F. C. Harrison (1) beobachtet und als die Folge von stellenweiser Entfärbung erkannt, die vom *Bact. coli commune* herrührte. Die gleiche Wirkung soll nach den Untersuchungen von H. A. Harding, L. A. Rogers und G. A. Smith (1) eine *Torula*-Art haben. Auf der Rinde von Hartkäsen treten sehr häufig runde, weiße Flecke auf, welche, erst punktförmig, sich immer mehr ausbreiten und in die Käsemasse hineinfressen, solche Käse nennt man frätzig; A. Evéquoz (1) vermutet, daß die Flecke von einer Hefenart verursacht werden.

§ 63. Geschmacks- und andere Fehler, Käsegift.

An den am Schlusse des vorhergehenden Paragraphen erwähnten, auf die dort geschilderte Weise fleckig gewordenen Cheddarkäsen wird meist ein eigenartig süßlicher Geschmack (sweet flavor) und zugleich ein ananasartiger Ester- bis Fäulnisgeruch beobachtet, so daß die Käse gerade dadurch stark entwertet werden. Einen ähnlichen süßlichen, wenngleich mehr bitteren und ranzigen Geschmack, aber den gleichen Fruchtgeruch hat nach U. S. Baer und W. S. Carlyle (1) Cheddarkäse, der bei starker Rapsfütterung gewonnen worden ist. In diesem Falle ist er bereits in der Milch vorhanden, während der gewöhnliche „sweet flavor" erst im Käse entsteht und mehr kuhig ist. Cheddarkäse aus Milch bei Grünkleefütterung bläht nicht nur sehr stark, sondern hat ebenfalls einen kuhigen, ranzigen Geruch; der Geschmack ist im Anfang schwach süßlich, schal, zugleich weidig und kuhig, bei fortgeschrittener Reife des Käses scharf, streng und widerlich. Der Geruch und Geschmack bei Kohlfütterung ist faulig in verschiedenen Nuancen.

Ein auf alle Käsesorten sich erstreckender Geschmacksfehler ist der des bitteren Käses. Zu den Erregern eines solchen Fehlers werden vor allem die im § 53 bereits angeführten Bakterien der bitteren Milch zu rechnen sein; in bitteren Käsen speziell sind folgende gefunden worden: E. von Freudenreich (6) hat aus einem bitter schmeckenden Emmentaler Versuchskäse den *Micrococcus casei amari*, eine verflüssigende Milchsäurebakterie, isoliert. Harding, Rogers und Smith (1) stellten beim Auftreten eines bitteren Geschmackes an Neufchateler Käse die Anwesenheit einer Bakterie fest, die dem *Bact. aerogenes* glich. Der bittere Geschmack trat merkwürdigerweise nicht gleich sondern nach einiger Zeit auf, wenn der Käse an der Luft etwas trocken wurde. Ein anderer an Cheddarkäse in großem Umfange beobachteter Fall, dessen Ursache die *Torula amara* Harrison (1) war, ist bereits auf S. 197 erwähnt worden. Nach O. Johan-Olsen (1) bewirkt ein von ihm *Dematium casei* genannter Mycelpilz (vergl. Bd. IV, S. 278) scharf bitteren Geschmack. Nicht selten stellt sich bei Käsen, namentlich bei Hartkäsen, ein seifiger Geschmack ein, dessen Ursache bis jetzt noch nicht erkannt ist; schon E. Duclaux (1) hat angegeben, daß ein solcher Geschmacksfehler bei Aufbewahrung von Käse in einem sehr kühlen Keller entstanden sei, und es ist auch von seiten der Praktiker beobachtet worden, daß seifiger Geschmack an Käsen in solchem Falle sich leicht einstellt.

Der Vollständigkeit halber mögen noch einige Käsefehler Erwähnung

finden, die nicht mykologischer Natur sind. Das Rissigwerden der Käse ist darauf zurückzuführen, daß der Bruch zu trocken ist oder, wenn das Reißen außen beginnt, die Käse zu trocken lagern, so daß die trocken gewordene Rinde spaltet und den Teig austreten läßt. Andererseits bewirkt zu kühle und zu feuchte Luft im Keller bei Weichkäsen 5 das Weißschmierigwerden. Die auf harten Käsen öfters bemerkbaren, mit gelblichem Staube erfüllten Löcher werden von der Käsemilbe (*Acarus siro* und *A. longior*) verursacht. Die Larven der Käsefliege (*Piophila casei*) bohren ebenfalls die Käse an; da sie weiß sind, werden sie nicht leicht bemerkt, außer wenn sie sich nach ihrer Gewohn- 10 heit sprungweise fortbewegen.

Vergiftungen durch Käse werden nicht nur dann verursacht, wenn derselbe gewisse metallische Salze enthält, sondern auch beim Vorhandensein von Giftstoffen organischer Natur und bakteriellen Ursprungs. Die älteren diesbezüglichen Beobachtungen sind von A. HUSEMANN (1) 15 mitgeteilt worden. Gewissermaßen epidemisch auftretende Vergiftungen durch Cheddarkäse, wobei etwa 300 Personen durch Käse aus verschiedenen Meiereien erkrankten, sind von V. C. VAUGHAN (1) verfolgt worden, und es ist ihm gelungen, aus solchen Käsen ein Toxin zu isolieren, das in Wasser, Alkohol und Aether löslich und flüchtig war, sich kristalli- 20 sieren ließ und auf Fällungsmittel für Alkaloide nicht reagierte. Dieses, Tyrotoxicon genannte Gift wirkte namentlich auf Menschen sehr heftig und verursachte Uebelkeit, Erbrechen und starke Diarrhöen. In einem späteren Falle konnte VAUGHAN (2) das Tyrotoxicon nicht wieder finden, er konnte aber nun ein Toxalbumin isolieren, und in zwei 25 weiteren Erkrankungen, die durch Eiscrême wie auch wieder durch Käse verursacht waren, gelang es ihm (3) in Gemeinschaft mit G. D. PERKINS eine die erwähnten Gesundheitsstörungen hervorrufende Bakterie aufzufinden. Diese war dem *Bact. coli* ähnlich, unterschied sich aber durch die Bildung von Buttersäureester und kulturelles Verhalten auf Rüben etc. 30 Die bakterienfrei gemachten Kulturen, erwiesen sich stark giftig, den Giftstoff selbst zu isolieren gelang jedoch nicht. M. Ch. LEPIERRE (1) hat aus einem Schafkäse ein bitter schmeckendes, kristallisierendes Toxin von der Formel $C_{16}H_{24}N_2O_4$ dargestellt. Weitere von HUGUES und HEALY, SHIPPEN und WALLACE, NEWMAN, HÜNEFELD, POLLINS und 35 Anderen gemeldete Erkrankungen mit gleichen oder ähnlichen Symptomen infolge des Genusses von Käse sind in einem Referate von LOCHTE (1) wiedergegeben. Seitdem dann DENEKE (1) aus altem Käse Cholerine verursachende, dem *Vibrio cholerae* ähnliche Spirillen, *Spirillum tyrogenum* (*Vibrio tyrogenes*, Käsespirillen), gefunden hatte und M. L. 40 DOKKUM (1) in einem in Fäulnis übergegangenen Käse ein dem Curare, zugleich aber auch dem Tyrotoxicon VAUGHAN's ähnliches, Tyroxin genanntes Ptomain isoliert hat, war man der Meinung, daß namentlich alte Käse Anlaß zu Vergiftungen gäben. Es ist aber schon von HUSEMANN und dann von V. MALENCHINI (1) gezeigt worden, daß auch frischer Käse 45 Erkrankungen verursachen kann, und ebenso geht das aus dem von H. WEIGMANN und Th. GRUBER (1) mitgeteilten, schon auf S. 194 erwähnten Fall hervor, wo sogen. Dickmilch, d. h. frischer Säurequark, ebenfalls Erbrechen und Durchfall erzeugt hat.

Eine die Erscheinung der Käsevergiftung ziemlich klar legende 50 Untersuchung ist A. HOLST (1) zu danken. Bei fünf durch den Genuß von sogen. Knetkäse (Knadost oder Pultost) verursachten Käsevergiftungsepidemien konnte sichergestellt werden, daß nicht eine Intoxikation

sondern eine Infektion die Ursache der Erkrankungen war. Diese stellten sich nicht gleich sondern erst 12 Stunden nach dem Genuß des Käses ein und alle Käse enthielten große Mengen einer mit dem *Bact. coli commune* beinahe identischen Bakterienart, die außerdem im Darm der mit dem giftigen Käse gefütterten, an schweren Durchfällen leidenden Kaninchen fast in Reinkultur vorhanden war. Holst hat leider einen eingehenderen Vergleich seiner *Coli*-Varietät mit anderen nicht vorgenommen, doch hat er festgestellt, daß sie auch bei Kälbern Ruhr erzeugt und deshalb wohl identisch ist mit den von C. O. Jensen als Erreger der Kälberruhr ermittelten *Coli*-Bakterien. Der von H. Weigmann und Th. Gruber aus der Dickmilch isolierte *Coli*-Stamm war eine unbewegliche, geißellose, aber Indol- und Nitrosoindol-Reaktion gebende Varietät. Der Umstand, daß Fleischvergiftungen meist ebenfalls auf *Coli*-Varietäten zurückgeführt werden konnten und die Symptome die gleichen sind wie bei den Käsevergiftungen — der Ausgang ist allerdings meist nicht tödlich, nach Lochte sind überhaupt nur 11 Todesfälle durch Käsevergiftung bekannt — macht es sehr wahrscheinlich, daß die bisher bekannten Käsevergiftungen zumeist ebenfalls Wirkungen solcher *Coli*-Varietäten sind. In solchen Fällen, wo die schädliche Wirkung schon kurze Zeit nach dem Genuß des Käses sich einstellt, muß allerdings ein bereits vorhandenes, von der Bakterie extracellulär abgesondertes Toxin vorhanden sein. Es ist daher anzunehmen, daß auch andere Bakterienarten im Käse Stoffe zu erzeugen imstande sind, welche Erbrechen und Darmerkrankungen hervorrufen. Als solche sind vielleicht die von C. Flügge aus mangelhaft sterilisierter Milch entnommenen Anaerobier anzusehen, von denen A. Lübbert (1) nachwies, daß sie Toxine bereiten. Und ebenso glaubt E. von Freudenreich (7) bei einer an 50 Personen durch Käsegenuß entstandenen Erkrankung (ebenfalls Erbrechen und Diarrhöe) anaerobe Buttersäurebildner verantwortlich machen zu müssen. Dabei wäre allerdings nicht zu vergessen, daß der starke Geruch nach Buttersäure und der meist bittere und zugleich urinöse Geschmack mancher derartig fehlgereifter Käse an sich schon Uebelkeit erregen.

Literatur

zum Kapitel Die Käsefehler.

*__Adametz,__ L., (1) Ueber d. Ursachen u. Erreger d. abnormalen Reifungsvorgänge beim Käse. Bremen 1893. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 465. — (3) Journ. f. Landw., 1894, Bd. 42, S. 231. *__Aufsberg,__ Th., (1) Die Bereitung v. Rundkäsen nach Emmentaler Art. Stuttgart 1900. *__Baechler,__ C., (1) Schweiz. landw. Centralbl., 1896, Neue Folge, Bd. 15, Nr. 1. *__Baer,__ U. S., und __Carlyle,__ W. S., (1) Agric. Exp. Stat. Univers. Wisconsin, 1904, Bull. Nr. 115. *__Barthel,__ Chr., (1) Bakteriologie d. Meiereiwesens. Leipzig 1901. *__Baumann,__ Fr., (1) Dissert., Königsberg i. Pr. 1893. *__Beijerinck,__ M. W., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 193. — (2) Bot. Ztg., 1891, Bd. 49, S. 704. *__Besana,__ C., (1) Chem.-Ztg., 1897, Bd. 21, S. 265. *__Bochicchio,__ N., (1) Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 15, S. 546. *__Boekhout,__ F. W. J., und __Ott de Vries,__ J. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 89. *__Bolley,__ H. L., und __Hall,__ C. M., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 788. *__Burri,__ R., (1) Schweiz. landw. Centralbl., 1901, Neue Folge, Bd. 20, S. 15. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 608. *__Campbell,__ J. R., (1) Transactions of the Highland and Agric. Soc. of Scotland. 1898. *__Connell,__ W. T., (1) Canadian Depart. of Agric., 1897; cit. n. Harding, Rogers und Smith (1). *__Demme,__ (1) Pädiatrische Arbeiten. Festschrift. Berlin 1890. *__Deneke,__ (1) Deutsch. med. Wochenschr., 1885, Nr. 3. *__Dokkum,__ M. L., (1) Ref. in Kochs Jahresb., 1895, Bd. 6, S. 252. *__Duclaux,__ E., (1) Le lait. Paris 1887. *__Evêquoz,__ A., (1) 9. Jahresber. d. milchw. Versuchsstat. Freiburg (Schweiz). *__Flügge,__ C., (1) Z. f. Hyg., 1894, Bd. 17, S. 272. *__Fonssagrives,__ (1) Comptes rend. de l'Ac., 1871, Bd. 73, S. 781. *__Freudenreich, E. von,__ (1) Cit. n. Jensen (1); vergl. die Literatur

zum 10. Kap. — (2) Ann. de microgr., 1889/90, Bd. 2, S. 353. — (3) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1890, Bd. 4, S. 17. — (4) Ebenda, 1893, Bd. 7, S. 81. — (5) Ebenda, 1895, Bd. 9, S. 93. — (6) Ebenda, 1894, Bd. 8, S. 135. — (7) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 11, S. 329. ***Gratz,** O., (1) Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 9. ***Grotenfelt,** G., (1) Fortschr. d. Medizin, 1889, Bd. 7, S. 121. ***Harding,** H. A., **Rogers,** L. A., und **Smith,** G. A., (1) New York Agric. Exper. Stat. Geneva N. Y., 1900, Bull. Nr. 183. ***Harding,** H. A., und **Smith,** G. A., (1) New York Agric. Exper. Stat. Geneva N. Y., 1902, Bull. Nr. 225. ***Harrison,** F. C., (1) Revue générale du lait, 1902, Bd. 1, S. 457. ***Hehle,** A., (1) Molkerei-Ztg., Berlin 1896, Bd. 6, S. 444. ***Henrici,** J., (1) Baseler Dissert., Karlsruhe 1893. ***Herz,** Fr. J., (1) Mitteilgn. d. milchw. Ver. Allgäu, 1894, Bd. 5, S. 133. — (2) Milchztg., 1885, Bd. 14, S. 498, und Molkerei-Ztg., 1890, Bd. 4, S. 209. — (3) Milchztg., 1885, Bd. 14, S. 659. — (4) Oesterr. Molkerei-Ztg., 1896, Bd. 2, S. 162. ***Holst,** A., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1896, Bd. 20, S. 160. ***Hueppe,** F., (1) Cit. n. Herz (3). ***Husemann,** A., (1) Handbuch d. Toxikologie, Berlin 1862. ***Jensen,** O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 217. ***Johan-Olsen,** O., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 161. ***Keestra,** (1) Cit. n. Jensen (1). ***Klaverweiden,** Th. J., (1) Milchztg., 1894, Bd. 23, S. 540. ***Klecki,** V. **von,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 21. — (2) Ebenda, S. 169. ***Köster,** A., (1) Mitteilgn. d. landw. Inst. d. Univers. Leipzig, 1897, S. 167; ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 679. ***Lepierre,** M. Ch., (1) Ref. in Milchztg., 1894, Bd. 23, S. 591. ***Lochte,** (1) Zusammenf. Ref. in: Die Milch und ihre Bedeutung f. Volkswirtsch. u. Volksgesundheit. Hamburg 1903. ***Lübbert,** A., (1) Z. f. Hyg., 1896, Bd. 22, S. 1. ***Malenchini,** V., (1) Ref. in Kochs Jahresb., 1892, Bd. 3, S. 187. ***Mariani,** G., (1) Staz. sperim. agr. ital., 1889, Bd. 17; ref. in Milchztg., 1889, Bd. 18, S. 1033. ***Marpmann,** G., (1) Centralbl. f. allgem. Gesundheitspfl., 1886, S. 422. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 21. ***Marshall,** C. E., (1) Michigan State Agric. College Exp. Stat., 1900, Bull. Nr. 183. ***Pammel,** L. H., (1) Jowa Agr. Exp. Stat., 1894, Bull. Nr. 21, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 633. ***Peter,** A., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1901, Bd. 15, S. 376. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 321. ***Peter,** A., und **Schneebeli,** M., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 15, S. 600. ***Schaffer,** F., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1888, Bd. 2, S. 379. — (2) Milchztg., 1888, Bd. 17, S. 703. ***Schmöger,** M., (1) Milchztg., 1883, Bd. 12, S. 483. ***Stadlinger,** H., und **Poda,** J., (1) Milchw. Centralbl., 1906, Bd. 2, S. 97. ***Steinegger,** R., (1) Der praktische Schweizer Käser. ***Troili-Petersson,** G., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 11, S. 211. ***Vaughan,** V. C., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1886, Bd. 10, S. 146. — (2) Cit. n. Lochte (1). ***Vaughan,** V. C., und **Perkins,** G. D., (1) Arch. f. Hyg., 1896, Bd. 27, S. 308. ***Vries,** Hugo **de,** (1) Milchztg., 1888, Bd. 17, S. 861. ***Weigmann,** H., (1) Milchztg., 1890, Bd. 19, S. 741. ***Weigmann,** H., und **Gruber,** Th., (1) Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 3.

Vierter Abschnitt.

Anwendung der Bakteriologie im Molkereibetriebe.

(*Manuskript-Einlauf: 31. März 1906.*)

14. Kapitel.

Die Beseitigung der Bakterien aus der Milch auf mechanischem Wege.

Von Prof. Dr. R. Burri.

§ 64. Reinliche Milchgewinnung.

Das Ziel einer reinlichen Milchgewinnung muß in dem Bestreben gipfeln, aus dem Stalle oder überhaupt vom Gewinnungsorte ein Produkt abzuliefern, das nur aus den Ausscheidungen der Milchdrüsen der be-
5 treffenden Tiere besteht und also frei von allen Bestandteilen anderer Herkunft ist. Es liegt nun in der Natur der Sache, daß sich der Erreichung des bezeichneten Zieles Schwierigkeiten mannigfaltiger Art entgegenstellen. Zahlreich sind die Gelegenheiten, welche eine Verunreinigung des Drüsensekretes auf seinem Wege vom Euter bis zur Abgabe
10 aus dem Stall bedingen können, und im 1. Kapitel dieses Bandes sind die verschiedenartigen Quellen, aus welchen saprophytische Bakterien in die frische Milch gelangen, bereits eingehend erörtert worden. Da diese Bakterienquellen zum großen Teil gleichbedeutend sind mit Quellen der Unreinlichkeit, so sei auf jenes Kapitel, das mit dem vorliegenden
15 im engsten Zusammenhang steht, nachdrücklich hingewiesen. Hier soll zunächst die technische Seite der Frage der Milchgewinnung, soweit sie auf die Erzielung eines reinen Produktes von Einfluß und somit auch vom mykologischen Standpunkt aus von Bedeutung ist, im Zusammenhang erörtert werden. Dabei wird auf krankmachende Elemente, die
20 auf diese oder jene Weise in die Milch gelangen können, im besonderen nicht Rücksicht genommen, sondern diesbezüglich auf das 2. Kapitel dieses Bandes verwiesen.

Schon die bauliche Anlage des Stalles ist von einem nicht

zu unterschätzenden Einfluß auf die Gewinnung einer Milch von reinlicher Beschaffenheit. Nicht nur wird das Wohlbefinden der Milchtiere durch reichliche Gewährung von Licht und Luft, sowie durch Herstellung einer zuträglichen gleichmäßigen Temperatur wohltätig beeinflußt, sondern durch solche schon im Rohbau zweckmäßig ausgeführten Stallanlagen wird die Reinlichkeit im allgemeinen gefördert; denn Luft und Licht sind Feinde von Pilzansiedlungen verschiedenster Art, und ein heller Raum gestattet dem Auge des Aufsehers wie demjenigen des Personals, Schmutzherde zu entdecken, die sonst verborgen blieben.

Wenn die Milch aus den Zitzen strömt, so kommt sie zuerst in unmittelbare Berührung mit der Stalluft. Der Reinheitsgrad der letzteren wechselt nun unter dem Einflusse einer ganzen Reihe von Faktoren. Die verunreinigenden Bestandteile selbst lassen sich in feste und gasförmige unterscheiden. Unter den festen sind es namentlich kleinste Teilchen von Futter und Streu, welche in die Luft gelangen und sich dort längere Zeit schwebend erhalten können. Aber auch eingetrocknete Kotteilchen gesellen sich zu den schon erwähnten Elementen und bilden mit diesen zusammen den schwebenden Staub, der nicht nur als Verunreinigungsstoff der Milch an und für sich in Betracht kommt, sondern deshalb eine besondere Bedeutung beansprucht, weil er der Träger von verschiedenartigen lebenden Kleinwesen sein kann, die mit ihm in die Milch gelangen und dort ein günstiges Feld zu ihrer Vermehrung finden (vergl. S. 14). Was nun die gasförmigen Bestandteile der Stalluft betrifft, die als Verunreinigung aufgefaßt werden müssen, so sind es namentlich flüchtige Stoffe, welche von gewissen Futtermitteln (vergl. über Rübengeschmack der Milch S. 199) oder von der Streu abgegeben werden, wobei allerdings Kleinwesen insofern eine vermittelnde Rolle spielen, als gewisse Riechstoffe nur als Erzeugnisse der von ihnen in den genannten Materialien hervorgerufenen Zersetzungsvorgänge aufzutreten pflegen. Den Hauptanteil der gasförmigen Luftverunreinigungen liefern aber die wiederum durch Kleinwesen verschiedener Art gebildeten Zersetzungsprodukte der tierischen Ausscheidungen, in erster Linie das Ammoniak, dann aber eine Reihe anderer stark riechender Stoffe, die zusammen mit den Ausdünstungen der Tiere selber den in seiner Art charakteristischen „Kuhstallgeruch“ erzeugen. Bemerkenswert ist übrigens, daß es bestimmte Bakterien aus der Gruppe des *Bact. coli* gibt, die als Reinzuchten in Milch, wie zuerst Weigmann (1) und in neuerer Zeit auch Harrison (1) gezeigt hat, das Vermögen besitzen, einen kräftigen Stallgeruch (s. S. 194) auszuströmen. Nun ist es eine allgemein bekannte Tatsache, daß Milch die Eigenschaft besitzt, die verschiedensten Gerüche der Umgebung anzunehmen und festzuhalten, und somit ergibt sich aus diesen Betrachtungen über die festen und gasförmigen Verunreinigungen der Stalluft die Doppelforderung, erstens während des Melkens oder unmittelbar vorher weder zu streuen noch zu füttern, und zweitens die gemolkene Milch keinen Augenblick länger als notwendig in Berührung mit der Stalluft zu lassen.

Noch einflußreicher als die soeben erwähnten Maßnahmen ist für die Zwecke einer reinlichen Milchgewinnung die Reinhaltung der Milchtiere. Gegen diese Forderung, so selbstverständlich sie zu sein scheint, wird namentlich in kleineren Viehhaltungen sehr viel gesündigt. Die Kühe liegen mit dem hinteren Teil in der nassen, mit festen und flüssigen Exkrementen beschmutzten Streu, und der auf der Haut ein-

trocknende und das Haarkleid verfilzende Schmutz bildet bei vernachlässigter Behandlung mit der Zeit dicke, grobschuppige, einen höchst widerlichen Anblick bietende Krusten. Daß unter solchen Verhältnissen auch dem Euter in bezug auf reinliche Behandlung nicht die gebührende 5 Aufmerksamkeit geschenkt wird, liegt auf der Hand.

Nun mag zugegeben sein, daß bei den in vielen Gegenden üblichen Stallverhältnissen eine vollkommene Reinhaltung der Tiere praktisch kaum erreichbar ist, nämlich da, wo die Beschmutzung der Streu mit den Ausscheidungen der Tiere und das Liegen dieser auf dem eigenen 10 Schmutze zufolge der Länge des Standes nicht vermieden werden kann. Es haben daher einsichtige Männer, wie z. B. B. Martiny (1), wiederholt und mit Nachdruck die allgemeine Einführung der sogen. holländischen Aufstallung empfohlen, bei welcher die Standlänge so den Tieren angepaßt ist, daß feste und flüssige Exkremente in eine breite 15 und verhältnismäßig tiefe Rinne hinter dem Stand fallen und von dort leicht entfernt werden können. Eine Beschmutzung der Tiere und insbesondere des Euters wird so im allgemeinen vermieden, und damit ist im Interesse einer reinlichen Milchgewinnung schon sehr viel erreicht.

Eine gründliche Hautpflege mit Striegel und Bürste behält da20 neben nicht nur für die Gesundheit der Tiere sondern auch für die Gewinnung einer sauberen Milch ihre große Bedeutung bei. In richtiger Erkenntnis des Umstandes, daß das Haarkleid der Milchtiere als Staub- und Schmutzfänger dient, der sich gelegentlich, z. B. bei den durch das Melken hervorgerufenen Erschütterungen, seines Vorrates entledigt, 25 pflegen die Landwirte in Nordschleswig den Kühen die langen Schwanz- und Bauchhaare von Zeit zu Zeit abzuschneiden. Auch das in vielen Gegenden übliche Aufbinden des Schwanzes während des Melkens muß aus demselben Grunde als eine zweckdienliche Maßregel bezeichnet werden.

Was für die reinliche Milchgewinnung die Körperpflege der Tiere 30 im allgemeinen bedeutet, gilt in verschärftem Maße bezüglich der Reinhaltung des Euters. Nur die gewissenhafteste Sorgfalt ist hier imstande, jenen Grad von Reinlichkeit zu erzielen, der in Hinsicht auf die verschiedenen Verwendungsarten der Milch gefordert werden muß. Im besonderen ist es angezeigt, unmittelbar vor dem Melken das Euter so 35 gut als möglich von anhaftenden Unreinigkeiten zu säubern, damit verhindert werde, daß diese in die Milch gelangen. Zur Erreichung dieses Zieles wird ein eigentliches Abwaschen mit (nicht kaltem) Wasser und nachheriges Trocknen vorgenommen, oder es wird vorgezogen, die Reinigung durch ein Abreiben mit feuchtem Tuche zu bewerkstelligen, 40 das nach jedesmaligem Gebrauch in reinem Wasser ausgewaschen und nach tüchtigem Ausringen sofort wieder verwendet werden kann.

Alle bisher besprochenen Maßnahmen zur Erzielung einer reinen Milch haben nur zweifelhaften Wert, wenn nicht eine weitere Forderung gewährleistet ist, nämlich die Reinlichkeit des Melkers. Diese 45 hat sich nicht nur auf die die Melkarbeit besorgenden Hände sondern auch auf die Kleidung zu erstrecken. Diese selbst sollte in einer der Beschmutzungsgelegenheit Rechnung tragenden Häufigkeit gewaschen und erneuert werden. Sie sei womöglich aus glatten Stoffen hergestellt, welche weniger Staub und allerlei Gerüche festhalten, als grobfaserige 50 haarige Stoffe. Die Arme sind nach Sennenart möglichst unbedeckt zu halten. Wo weibliches Personal zum Melken verwendet wird, dürfte ähnlich, wie schon in einigen Molkereien mit Erfolg versucht worden ist, Männerkleidung sich als zweckmäßig erweisen, die ja unter Ver-

hältnissen, wo Frauen schwere Männerarbeit verrichten müssen, wie z. B. in gewissen Gebirgstälern des Wallis (Schweiz), von jeher vorgezogen wurde. Die melkende Person sollte ihre Hände nicht nur vor Beginn des Melkens überhaupt sondern nach dem Melken einer jeden Kuh gründlich waschen. Es ist dies nicht nur aus allgemeinen Reinlichkeitsgründen zu wünschen, sondern es kann so bei allfällig noch nicht zum sichtbaren Ausbruch gelangten, aber doch schon vorhandenen Euterkrankheiten mancher Ansteckung von Tier zu Tier vorgebeugt werden. Als zweckmäßige Maßregel, die sich zwar aus anderen Gründen eingebürgert hat, muß im Interesse des Sauberbleibens der Hände auch das Anschnallen oder Anbinden des Melkschemels an den Leib des Melkers bezeichnet werden.

Die in neuerer Zeit viel besprochene Art des Melkens ist, wie der Sachkundige ohne weiteres zugeben wird, von einschneidenster Bedeutung für den Reinheitsgrad der gewonnenen Milch. Näheres über diesen Gegenstand findet sich auf S. 10 dieses Bandes. Bei dem HEGELUND'schen Melkverfahren, das unter anderen durch die Anwendung einer ausgiebigen Eutermassage gekennzeichnet ist, muß erklärlicherweise, und wie z. B. auch WENCK (1) hervorhebt, das Hineinfallen von Hautschuppen, Haaren usw. in die Milch in besonders hohem Grade zu gewärtigen sein, und es ist daher angezeigt, in diesem Falle auf die vorherige Reinigung des Euters und der angrenzenden Bauchpartien besonderes Gewicht zu legen, wenn den Forderungen der Reinlichkeit genügt werden soll. Daß die bisherigen Erfahrungen über Melkmaschinen das Ideal einer reinlichen Milchgewinnung noch nicht in greifbare Nähe rückten, geht ebenfalls aus den an erwähnter Stelle gemachten Angaben hervor.

Die beim Melken aus den Zitzen spritzende Milch trifft, nachdem sie durch die bisher geschilderten Quellen der Verunreinigung mehr oder weniger beeinflußt worden ist, als weitere Gelegenheit zur Aufnahme von Fremdkörpern den Melkeimer. Eine Reihe von Untersuchungen von denen auf S. 11 die wichtigsten zusammengestellt sind, haben ergeben, daß zwischen einer in sterilisiertem Gefäß aufgefangenen und einer in gewöhnlicher Weise in den mechanisch gut gereinigten Melkeimer gemolkenen Milch bezüglich des Keimgehaltes ganz auffallend große Unterschiede bestehen. Es sind hier weniger die sichtbaren, als vielmehr die als Bakterien sich in Fugen und Nähten aufhaltenden, für das bloße Auge unsichtbaren Unreinigkeiten, welche den Zuwachs an Bestandteilen, die nicht in die Milch gehören, bedingen. Daß dieser Zuwachs in dem Grade größer wird, in welchem die Reinlichkeit in der Behandlung des Milchgeschirrs zu wünschen übrig läßt, bedarf keiner weiteren Erklärung. Die zuerst von BACKHAUS mit Zahlen belegte Tatsache, daß die Milch im allgemeinen aus der Luft während des Melkens weniger Keime aufnimmt, als infolge des Kontaktes mit den anscheinend reinen Melkgefäßen, wobei sich metallene den hölzernen überlegen erwiesen, macht es zum Teil erklärlich, warum verschiedene sogen. Reformmelkeimer, die das Prinzip verfolgen, die Milch nur durch eine kleine Oeffnung in den der Hauptsache nach bedeckten Eimer fließen zu lassen, nicht zu allgemeiner Anerkennung gelangten. Dieselbe Tatsache führt uns auf die Frage über den Zusammenhang zwischen Schmutzgehalt und Keimgehalt, welche im folgenden Paragraphen zu erörtern ist.

§ 65. Schmutzgehalt und Keimgehalt.

Die beim Melken in die Milch gelangenden Unreinigkeiten nehmen in zweifacher Beziehung unsere Beachtung in Anspruch: einmal weil sie die Eigenschaften der Milch und der daraus hergestellten Produkte in 5 einer Weise beeinflussen können, welche den Genuß und unter Umständen auch die Bekömmlichkeit zu beeinträchtigen imstande ist, sodann aus dem Grunde, weil die verunreinigenden Bestandteile zum großen Teil Träger von Pilzkeimen sind, durch welche ein Element in die Milch hineingebracht wird, das bei deren Aufbewahrung oder Ver- 10 arbeitung sich in einer den milchwirtschaftlichen Betrieb sehr störenden Weise bemerkbar machen, oder das bei deren Verzehr sogar eine Schädigung der Gesundheit nach sich ziehen kann. Es ist die Bedeutung des Schmutzgehaltes in letzterem Sinne, welche den technischen Mykologen besonders interessiert, wenn auch nicht zu verkennen ist, 15 daß die Frage einer einwandfreien Milchversorgung, die uns in einem späteren Paragraphen beschäftigen wird, auch dem Schmutzgehalt der Milch an sich, abgesehen von seinem Bakteriengehalt, die gebührende Aufmerksamkeit zu schenken hat.

Wenn es nach dem im 1. Kapitel dieses Bandes über die Herkunft 20 der Bakterien Gesagten keinem Zweifel unterliegen kann, daß zwischen Schmutzgehalt und Keimgehalt ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis besteht, so wäre die mehr oder weniger ausgeprägte Konstanz dieses Verhältnisses noch in kurze Erwägung zu ziehen, weil diese über die Zulässigkeit von Schlüssen aus dem Schmutzgehalt auf die Keimzahl 25 und umgekehrt uns Auskunft geben kann. Es sei vorweg gesagt, daß diesbezügliche Erwägungen zu dem Ergebnis führen, daß im großen und ganzen der Satz wohl Geltung hat: je höher der Schmutzgehalt, um so höher der Keimgehalt, daß aber im einzelnen Fall nicht selten ganz beträchtliche Abweichungen von der Regel zu erwarten sind. Die 30 Gründe dafür sind hauptsächlich in folgendem zu erblicken.

Was wir als Milchschmutz bezeichnen, setzt sich aus sehr verschiedenartigen Bestandteilen zusammen: Kuhkot, Heustaub, Streueteilchen, Hautschuppen und Haare der Kühe usw. Die erwähnten Stoffe sind aber nicht in gleichem, sondern in recht verschiedenem Grade mit 35 Bakterien und anderen Keimen beladen, werden also je nach dem Anteil, den sie am ganzen nehmen, den Keimgehalt des Schmutzes in verschiedenem Grade beeinflussen. Selbst ein und derselbe Schmutzbestandteil, wie z. B. der Kuhkot, ist in seinem Keimgehalt starken Schwankungen unterworfen, wie ja die Untersuchungen von Wüthrich und 40 Freudenreich (1) und diejenigen von Weigmann (2) gezeigt haben (vergl. hierzu S. 16—17). Stark beeinflußt wird der Keimgehalt der frisch gemolkenen Milch, wie Backhaus (1) durch lehrreiche Versuche bewiesen hat, durch die Berührung mit dem Melkeimer und überhaupt durch den Aufenthalt in Gefäßen, welche in Nähten und Fugen eine Unmenge von 45 Bakterien beherbergen können, auch wenn sie mechanisch gut gereinigt sind. Durch entsprechende, auf eine Tötung der Mehrzahl der Keime abzielende Behandlung der Gefäße und Geräte (Abwaschen mit kochender Sodalösung, sehr gründliches Ausdämpfen) kann natürlich der Keimgehalt der Rohmilch verhältnismäßig niedrig gehalten werden, wobei also das 50 günstige Ergebnis nicht unbedingt auf eine besonders reinliche Milchgewinnung zurückzuführen wäre. Endlich ist nicht zu vergessen, daß auch bei reinlichstem Melken in keimfreie Gefäße nach neueren Unter-

suchungen und entgegen einer früheren allgemeinen Annahme die das Euter verlassende Milch fast immer mit einer beträchtlichen Zahl von Keimen belastet ist, die aber bei einzelnen Tieren innerhalb weiter Grenzen schwanken kann (vergl. § 1—3 dieses Bandes). Alle diese Umstände sind bei einer Erörterung der Beziehungen zwischen Schmutzgehalt und Keimgehalt der Milch zu berücksichtigen. 5

Es ist das Verdienst von RENCK (1), im Jahre 1893 zuerst die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf das Vorkommen der oft ungebührlich großen Mengen von Schmutz in der Marktmilch verschiedener Städte hingewiesen zu haben. In Halle, wo die Verhältnisse am ungünstigsten 10 lagen, ergaben sich bei der Untersuchung von 44 Proben per Liter 0,5 bis 72,5 mg, im Mittel 22,2 mg Schmutztrockensubstanz, was bei Zugrundelegung eines Wassergehaltes von 85 Proz. für den ursprünglichen Schmutz einen Höchstgehalt von beinahe 0,5 g pro Liter ergibt. Nach RENCK's Vorgang sind dann ähnliche Bestimmungen an verschiedenen 15 Orten in großer Zahl, zum Teil im Zusammenhang mit der bakteriologischen Prüfung der betreffenden Milchproben, ausgeführt worden, so durch L. SCHULZ (1) für Würzburg, durch CAPPELLETTI (1) für Padua, durch KNOCHENSTIERNA (1) und GERNHARDT (1) für Dorpat, durch BACH (1) für Köln, durch BOHRISCH und BEYTHIEN (1) für Dresden, durch O. VON 20 HELLENS (1) für Helsingfors, durch SACHARBEKOFF (1) für Petersburg. Dabei hat sich gewöhnlich die Beobachtung aufgedrängt, daß der Hauptanteil der Schmutzbestandteile auf Kuhkot entfällt, was nicht überraschen kann, wenn man die Sorglosigkeit kennt, mit welcher vielerorts bei der Gewinnung der Milch verfahren wird. Je mehr übrigens der 25 Kuhkot im Milchschmutz vorwiegt, was ja gerade bei Milchproben mit absolut hohem Schmutzgehalt zutreffen dürfte, um so eher wird sich zwischen Schmutzgehalt und Keimgehalt ein festes Verhältnis in dem Sinne erkennen lassen, daß der Keimgehalt annähernd proportional mit dem Schmutzgehalt sich ändert. 30

BACKHAUS (2) glaubte, wohl nicht ganz mit Recht, das Bestehen einer solchen Beziehung schon aus einer seiner Versuchsreihen ableiten zu dürfen, wobei er Centrifugenmagermilch mit steigenden Mengen frischen Kuhkotes versetzte und dann feststellte, daß der Keimgehalt der Milch sich im Verhältnis der zugesetzten Kotmenge erhöhte. Auf 35 diese Weise war aber jenen weiter oben erwähnten Umständen, welche ein starkes Abweichen von der im Grunde tatsächlich bestehenden Gesetzmäßigkeit bedingen können, keine Rechnung getragen.

Bessere Belege liefern für das Bestehen einer gewissen Kongruenz zwischen Schmutzgehalt und Keimgehalt die Untersuchungsergebnisse, 40 die an Hand beliebiger Milchproben der Praxis gewonnen worden sind. So seien hier z. B. einige der von UHL (1) ermittelten Zahlen wiedergegeben.

Probe Nr.	Schmutz mg pro l	Keimzahl pro ccm
1	36,8	12 897 600
3	20,7	7 079 820
6	5,2	3 338 775

L. SCHMELCK hat im August und November 1903 die Milch von ungefähr 50 Molkereien aus der Umgebung von Christiania untersucht und 45 ist dabei auf folgende Durchschnittswerte gestoßen:

	Schmutz mg pro l			Keimzahl pro ccm		
	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	Mittel
August	3	36	11	300 000	45 000 000	2 800 000
November	3	36	10	160 000	6 400 000	1 500 000

Es scheint hier angebracht, auf die Schwierigkeiten hinzuweisen, welchen man bei der quantitativen Bestimmung des Milchschmutzes begegnet. Diese sind einerseits darin begründet, daß die Milch sich zufolge ihrer besonderen physikalischen Eigenschaften nicht ohne weiteres filtrieren und so von verunreinigenden festen Bestandteilen trennen läßt, andererseits darin, daß der wichtigste Teil der Verunreinigungen, nämlich der Kuhkot, ein Gemenge von festen und flüssigen Teilchen ist, von denen die ersteren durch die Milch selbst und durch das Waschwasser beim Filtrieren ausgelaugt werden, während die letzteren sich in der Milch verteilen und im gelösten Zustande der Ermittlung so wie so entgehen. Da eine Schmutzbestimmung auf jeden Fall die möglichst vollständige Abscheidung des Schmutzes aus der Milch anzustreben hat, so wird sich im nächsten Paragraphen, welcher diese Frage behandelt, Gelegenheit geben, auf die hierfür eingeschlagenen Verfahren zurückzukommen.

§ 66. Verfahren und Geräte zur Entfernung des Schmutzes.

So zahlreich auch die Verunreinigungsquellen sind, welche die reinliche Milchgewinnung erschweren, so ist dennoch eine solche sehr wohl durchführbar, wenn man sich an die in § 64 dargelegten Grundsätze hält. Wenn trotzdem Milchreinigungsvorrichtungen im milchwirtschaftlichen Betriebe eine sehr wichtige Rolle spielen, so liegt dies an dem sehr verschiedenen Reinlichkeitsgrade, der bei der Milchgewinnung in einzelnen Stallungen herrscht, zum Teil auch an den veralteten, unzweckmäßigen, die von bestem Wollen durchdrungenen Reinlichkeitsbestrebungen vereitelnden Stallanlagen, sowie an gewissen mit den Forderungen der Reinlichkeit unvereinbaren, aber schwer auszurottenden Gepflogenheiten des Melkpersonals.

Die Frage nach der Entfernung des Schmutzes aus der Milch ist aufs engste mit der Frage der Befreiung der Milch von den in sie gelangten Bakterien verbunden. Zum vorneherein darf angenommen werden, daß mit der Entfernung eines Teils des Milchschmutzes, sei es auf diesem oder jenem Wege, auch ein Teil der Bakterien aus der Milch beseitigt wird; denn, wie früher mehrfach erwähnt worden ist, sind die Schmutzteile, und unter ihnen speziell der Kuhkot, als hauptsächlichste Träger von lebenden Pilzkeimen zu betrachten, und wenn auch ein Teil dieser Keime sich in der Milch losgelöst hat, so bleibt ein anderer Teil am Schmutz haften und in ihm eingeschlossen, wird also mit dem Schmutz zugleich aus der Milch abgeschieden. Auf diese die Milch von Bakterien reinigende Nebenwirkung jener Verfahren, die zur Entfernung des Schmutzes in erster Linie bestimmt sind, hat man sich früher übertriebene Hoffnungen gemacht. Die genauere Betrachtung der Vorgänge in der Milch bei der Entschmutzung läßt uns indessen darüber kaum im Zweifel, daß eine wesentliche Verminderung des Bakteriengehaltes durch keines der gebräuchlichen Milchreinigungsverfahren erwartet werden darf.

Sehen wir uns nach den zu Gebote stehenden Wegen um, welche bei der Entfernung des Schmutzes aus der Milch in Frage kommen, so sind zu nennen: die Sedimentierung, die Centrifugierung, das Sieben und die Filtration.

Am wenigsten eignet sich für den genannten Zweck die Sedimentierung, weil ein Sichsetzenlassen der Schmutzteile, die im allgemeinen ein höheres spezifisches Gewicht als die Milch selbst haben, zu viel Zeit in Anspruch nimmt und immerhin eine besondere Vorrichtung erforderlich wäre, um die unterste, den Schmutz enthaltende Milchschicht von der oberen reinen Schicht zu trennen, wobei die erstere überdies unbrauchbar wäre und als Verlust das Verfahren belasten müßte. Hingegen hat die Sedimentierung vielfache Anwendung bei verschiedenen Methoden der quantitativen Schmutzbestimmung gefunden. Schon Renck (1) ließ bei seinen Untersuchungen 1 Liter Milch in zylindrischem Gefäß 2 Stunden stehen, heberte dann das ganze Volumen bis auf 50 ccm ab, füllte mit Wasser wieder auf, ließ von neuem 2 Stunden stehen usw. bis der zu sammelnde Schmutz in reinem Wasser enthalten war und nun abfiltriert, getrocknet und gewogen werden konnte. In ähnlicher Weise arbeitete Uhl (1), während das Verfahren in seinen neueren Formen sich eines nach unten konisch zulaufenden Gefäßes bedient, das durch Kautschukschlauch mit einem engen, unten geschlossenen und eventuell mit Teilung versehenen Glasröhrchen verbunden ist, in welchem sich der Schmutz nach gewisser Zeit ansammelt und dann schon nach dem Augenschein in seiner Menge annähernd bestimmt oder nach Filtration und Trocknung gewogen werden kann. Auf diese Weise wird der Schmutz bei den Methoden von A. Stutzer (1), O. Bach (2) und N. Gerber (1) gesammelt. Wenn hier das Prinzip der Sedimentierung recht gute Dienste leistet, so ist es andererseits bei der Milchreinigung für praktische Zwecke, wie schon bemerkt, für sich allein nicht verwendbar, hingegen, wie weiter unten hervorgehoben werden soll, in Verbindung mit anderen der angeführten Wege.

Unter diesen hat die Reinigung der Milch durch Centrifugierung von jeher die Aufmerksamkeit der Fachkreise erregt. Es war der nach dem Gebrauch der Centrifuge an der Innenseite der Trommelwand sich regelmäßig zeigende schmierige Belag, der sogen. Centrifugenschlamm, der bei nur oberflächlicher Betrachtung den Eindruck hervorrufen mußte, die centrifugierte Milch hätte nicht nur die beabsichtigte Trennung in Rahm und Magermilch sondern nebenbei einen gründlichen Reinigungsprozeß erlitten. In der Tat ist es mitunter unschwer, in jenem Schlamm schon mit bloßem, besser mit bewaffnetem Auge dunkelgefärbte Teilchen pflanzlicher Herkunft zu erkennen, die als Kotbestandteile gedeutet werden dürften. Immerhin muß gesagt werden, und u. a. hat hierauf J. Herz (1) mit Nachdruck aufmerksam gemacht, daß der Centrifugenschlamm vermöge seines ungünstigen Aussehens leicht zu Täuschungen über den Reinheitsgrad der verarbeiteten Milch führen kann.

Daß Milchschmutz und Centrifugenschlamm ganz verschiedene Dinge sind, geht auch aus folgenden Angaben hervor, die einer weiter unten noch zu erwähnenden Arbeit von Kister und Liefmann (1) entnommen sind. Danach enthielt eine ungereinigte Milch durchschnittlich 0,0067 g Schmutz pro Liter, lieferte aber beim Centrifugieren im Durchschnitt 0,5 g Schlamm, d. h. nur ein ganz kleiner Teil des letzteren konnte aus jenen Substanzen bestehen, die nach den gebräuchlichen Methoden als Schmutz bestimmt zu werden pflegen. Die Hauptmasse des Schmutzes

bestand aus Caseingerinnsel, Albumin, Fett, abgestoßenen Epithelresten und Bakterien.

Da übrigens das Centrifugieren der Milch in seiner Wirkung einer beschleunigten und verschärften Trennung der Bestandteile nach Maß-
5 gabe des spezifischen Gewichtes gleichkommt und so im Grund der Sedimentierung entspricht, war es naheliegend, die Centrifuge in den Dienst der Milchreinigung zu ziehen. Man benutzt dabei entweder eine gewöhnliche Milchentrahmungscentrifuge, die z. B. durch Verstopfung des Magermilchrohres oder durch eine entsprechende Vorrichtung so ein-
10 gerichtet ist, daß Rahm und Magermilch gemischt ablaufen, oder man bedient sich einer dem besonderen Zwecke angepaßten Milchreinigungscentrifuge, wie sie z. B. von Gebr. Heine in Viersen gebaut und durch Dunbar und Kister (1) beschrieben worden ist. Die Vorteile der Apparate der letzteren Art sollen u. a. darin bestehen, daß die ge-
15 reinigte Milch beim Stehen in normaler Weise aufrahmt, während das aus gewöhnlichen Entrahmungscentrifugen abfließende Gemenge beim Stehen verhältnismäßig wenig, dafür aber allerdings konzentrierteren Rahm abscheidet, worauf schon Backhaus (2) aufmerksam gemacht hatte. Doch scheint man diesen Nachteil gegenüber den großen Vorteilen, welche in
20 der Möglichkeit der Anwendung ein und desselben Apparates für Entrahmung und Reinigung liegen, gern in Kauf zu nehmen, und tatsächlich eignen sich, wie neuerdings Kister und Liefmann (1) an Hand von Untersuchungen unter Anlehnung an den Betrieb einer großen Molkerei gezeigt haben, gewöhnliche Entrahmungsmaschinen (im betreffenden
25 Fall war es ein Alfa-Laval-Separator) sehr wohl zur Befreiung der Milch von anhaftendem Schmutz. Bei diesen Versuchen handelte es sich um Verarbeitung einer im allgemeinen nicht stark verunreinigten Milch. Die Bestimmungen ergaben Werte von 3 mg — 17.5 mg Schmutztrockensubstanz. Dagegen wies die mit Hilfe der Centrifuge gereinigte
30 Milch meist unwägbar kleine Mengen von Schmutz auf, mit Ausnahme eines Falles, in welchem der Filterrückstand 2.5 mg betrug. Bei einer früher von Dunbar und Kister (1) mit der erwähnten Heine'schen Reinigungscentrifuge angestellten Versuchsreihe waren bei einem Schmutzgehalte der Rohmilch von 2.5—18 mg in der gereinigten Milch meist
35 Filterrückstände von 1—2 mg festgestellt worden. Bei einem Vergleich dieser Zahlen dürfen selbstverständlich die im vorhergehenden Paragraphen hervorgehobenen Schwierigkeiten, mit denen man bei der Schmutzbestimmung zu rechnen hat, nicht außer acht gelassen werden. In dieser Beziehung seien auch die Erfahrungen, welche Weigmann und
40 Eichloff (1) mitgeteilt haben und welche zur Ausarbeitung einer neuen Methode der Schmutzbestimmung führten, der Berücksichtigung empfohlen.

Was nun den günstigen Einfluß des Centrifugierens auf den Bakteriengehalt der Milch betrifft, so sind die ursprünglich von mancher
45 Seite gehegten Erwartungen nicht in Erfüllung gegangen. Alle Autoren, welche sich mit dieser Frage befaßt haben, konnten allerdings feststellen, daß der Centrifugenschlamm außerordentlich große Mengen von Bakterien enthält, und es ist begreiflich, daß auf diesen Befund hin der Eindruck sich geltend machen konnte, daß die Hauptmasse der Bakterien beim
50 Centrifugieren aus der Milch in den Schlamm übergehe. Doch haben Bang (1) und später Scheurlen (1) für bestimmte pathogene Bakterien eine befriedigende Ausscheidung derselben aus der Milch durch den Akt des Centrifugierens nicht erreichen können. Scheurlen fand auch, daß zwar

der Schlamm sich verhältnismäßig reich an Bakterien zeigte, daß aber die Hauptmenge der ursprünglich in der Milch enthaltenen Bakterien in den Rahm überging, während die Magermilch durch das Centrifugieren bakterienärmer geworden war. Aehnliche Verhältnisse hat Weigmann (3) für zwei verschiedene Centrifugen feststellen können. Der letztgenannte 5 Forscher erklärt sich diese Tatsache in der Weise, daß die in der Trommel nach innen strebenden Fettkügelchen die spezifisch schweren Bakterien mitreißen, ähnlich wie in einer ruhig stehenden Flüssigkeit spezifisch leichte Teilchen durch irgend einen zugesetzten feinen, aber spezifisch schweren Schlamm zu Boden gerissen werden. Wenn aber 10 der die Centrifuge verlassende Rahm so reich an Bakterien ist, so ergibt sich zum vornherein für jene Fälle, in denen die Milch lediglich zur Befreiung von Schmutz centrifugiert wird und Rahm und Magermilch vereint abfließen, keine günstige Aussicht bezüglich einer Entkeimung des zu reinigenden Produktes. In der Tat stimmen neuere 15 Untersuchungen darin überein, daß die Keimzahl der die Centrifuge verlassenden Milch mindestens so hoch oder sogar höher ist als die Keimzahl der Rohmilch. Die folgende Tabelle, welche der Arbeit von Dunbar und Kister entnommen ist, enthält einige Belege dafür. Es handelte sich um die gleichzeitige Prüfung der Heine'schen Reinigungscentrifuge 20 neben einem Kiesfilter, das weiter unten noch Erwähnung finden wird.

Datum	Zeit der Plattenaussaat nach d. Entnahme	Zahl der Keime im ccm			Bemerkungen
		Rohmilch	Kiesfilter	Centrifuge	
26. Juni	55 Min.	350 000	600 000	430 000	
27. „	45 „	350 000	900 000	640 000	
28. „	45 „	650 000	950 000	1 150 000	
29. „	40 „	1 320 000	3 580 000	2 820 000	Anf. d. Reinigung
				2 050 000	Mitte d. „
				4 820 000	Ende d. „
30. „	1 St. 15 Min.	650 000	1 260 000	1 100 000	Anf. d. „
				470 000	Ende d. „

Es hat also scheinbar die Keimzahl während des Centrifugierens sozusagen in allen Versuchen wesentlich zugenommen. Die Versuchsansteller glauben diese Erscheinung auf den Umstand zurückführen zu dürfen, daß Knäuel von Keimen, wie sie etwa an kleinen verunreinigenden 25 Teilchen haften oder auch selbständig in der Milch vorhanden sein können, infolge der heftigen Bewegung auseinandergerissen werden und demgemäß bei der Plattenaussaat mehr Kolonien liefern, als es möglich wäre, wenn die Knäuel als solche in den Nährboden gelangen würden. Im letzteren Falle müßten dann mehrere Keime infolge ihrer Zusammen- 30 lagerung nur eine Kolonie erzeugen und man würde aus der Kolonienzahl den unrichtigen Rückschluß auf eine kleinere Keimzahl ziehen. Severin (1), welcher in jüngster Zeit diese Verhältnisse wieder zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht hat und dabei mit großen Alfa-Laval-Centrifugen arbeitete, konnte zunächst wie die meisten 35 seiner Vorgänger das scheinbare Zunehmen der Keimzahl während des Centrifugierens beobachten. Nachdem er sich überzeugt hatte, daß es sich bei dieser Zunahme nicht etwa um eine Vermehrung der Keime durch mitgerissene Luft handeln konnte, ist es ihm gelungen, den ein-

wandsfreien Nachweis zu erbringen, daß tatsächlich nur eine Trennung von Keimgruppen in die einzelnen Keime durch die heftige Bewegung der Milch erfolgt, und daß man schon durch gewöhnliches Schütteln eine ähnliche Wirkung erzielen kann. Als Beispiel, wie bei sicherem Ausschluß der Luft die scheinbare Zunahme des Keimgehaltes der Milch nachgewiesen werden kann, sei aus SEVERIN's Arbeit der folgende Versuch erwähnt. Milch wurde in gut verstöpselten Gläschen in einem Handapparat während 10 Minuten bei 700—800 Umdrehungen per Minute centrifugiert und vor- wie nachher nach dem Plattenverfahren untersucht. Das Ergebnis war folgendes:

	Agar	Gelatine	
vor der Centrifugierung	1 063 663	905 160	Keime pro ccm
nach der Centrifugierung	1 824 326	1 584 063	„ „ „

Es hat also eine scheinbare Vermehrung der Keime um mehr als 70 Proz. stattgefunden, die selbstverständlich bei der Kürze der in Betracht fallenden Zeit nicht durch Neubildung so vieler Zellen erklärt werden kann. SEVERIN glaubt nun allerdings im Gegensatz zu DUNBAR und KISTER, daß die größere Kolonienzahl nicht auf Zerfall von Knäueln verschiedenartiger Keime, sondern einfach auf endgültige Trennung von in Teilung begriffenen Zellen zurückzuführen sei und begründet diese Ansicht mit der wohl an sich richtigen Behauptung, daß man sozusagen niemals Kolonien begegne, die deutlich aus verschiedenen Keimarten aufgebaut seien. Dazu ist jedoch zu bemerken, daß wenn ein aus verschiedenartigen Keimen bestehender Keimknäuel in einen guten Nährboden gelangt, durchaus nicht jedes einzelne Element sich an der Bildung der Kolonie notwendig beteiligen muß, sondern daß aus naheliegenden Gründen in der Regel sehr bald eine Art die Vorherrschaft erlangt, während die anderen nur einen verunreinigenden und bei direkter mikroskopischer Untersuchung schwer auffindbaren Bestandteil der Kolonie ausmachen. Die Weiterimpfung solcher scheinbar reiner Kolonien führt oft genug zur Einsicht, daß darin, entgegen allem Anschein, doch mehr als eine Art enthalten war.

Das Seihen oder Sieben ist jedenfalls die älteste Art, die Milch von Schmutz zu befreien, und auch heute noch spielt das Seihtuch oder an seiner Stelle ein feinmaschiges einfaches Sieb als Milchreinigungsmittel eine große Rolle. Die solchen Vorrichtungen anhaftenden Mängel liegen auf der Hand. Einmal ist hervorzuheben, daß nur die gröberen Schmutzteile durch die Maschen des Gewebes zurückgehalten werden, während die feineren schlammartigen Teile diese ungehindert passieren. Fast noch schwerwiegender fällt sodann der Umstand in Betracht, daß die größeren Schmutzfetzen durch die nachströmende Milch aufgewirbelt, zerkleinert und ausgewaschen werden, wobei das Sieb oder das Seihtuch die Rolle eines Schmutzzerteilers anstatt eines Schmutzfängers spielt. Endlich ist das leichte Versetzen der Tücher und Siebe mit Schmutz zu erwähnen, das unter Umständen allerdings auch als Vorteil gedeutet werden kann, indem das Personal sich im betreffenden Falle gezwungen sieht, die Vorrichtung zu reinigen.

Eine entschiedene Verbesserung gegenüber dem wagrechten Siebboden stellt das THEMANN'sche Milchsieb dar, bei welchem die Milch durch die Oeffnungen eines kegelförmigen Siebeinsatzes strömen muß, der sich in dem zur Aufnahme der Milch bestimmten Trichter befindet. Bei diesem und verwandten Typen sind die Sieböffnungen in Form von Schlangenlinien in Blech gestanzt.

Ebenfalls mit seitlichen in gewisser Höhe über dem tiefsten Punkt der Siebvorrichtung angebrachten Durchtrittsöffnungen versehen ist Scheben's Milchsieb, das im Prinzip auf einer Verbindung von Siebung und Sedimentierung beruht.

Ein Uebergang zur Filtration findet sich in Dittmann's Milchklärtrichter vor, der im wesentlichen aus einer Verbindung von mehreren Sieben mit dazwischen angebrachten Filzeinlagen besteht. 5

Die letztgenannten Reinigungsvorrichtungen sind seinerzeit von Backhaus (2) einer vergleichenden Prüfung unterzogen worden, mit dem Ergebnis, daß die mechanische Leistung im allgemeinen befriedigend und der Wirkung der einfachen Seihtücher überlegen war, daß aber namentlich bei Dittmann's Klärtrichter eine Beanstandung vom bakteriologischen Standpunkte aus erfolgen mußte, weil der Keimgehalt sich beim Arbeiten mit dem genannten Gerät immer stark vermehrte, jedenfalls im Zusammenhang mit der schwierigen Reinigung der Filzeinlagen. Die von Backhaus geprüften und ähnliche Milchreinigungsgeräte hat A. Lavalle (1) im Jahre 1898 in einer zusammenfassenden Uebersicht näher beschrieben. An derselben Stelle findet sich auch eine Darstellung des von Backhaus angegebenen Cellulosefilters, das einen ähnlichen Bau aufweist wie die Cellulose-Bierfilter (vergl. Bd. V, S. 193), hingegen für die Zwecke der Milchreinigung nicht den für einen so lebhaften Gebrauch wünschbaren Grad der Einfachheit besitzt. 10 15 20

Ein besonderes Interesse hat man der Reinigung der Milch durch Sand- und Kiesfilter entgegengebracht, die ja auch auf dem Gebiete der Wasserreinigung (vergl. Bd. III, S. 356 u. f.) eine große Bedeutung erlangt haben. Zum vorneherein muß man sich bei dem Hinweis auf die Wasserfiltration klar sein, daß die Leistung der Filter bei Milch einerseits und Wasser andererseits auf ganz verschiedenen Grundlagen beruht. Ein „Einarbeiten“ des Kiesfilters bei der Milch im Sinne der Wasserfilter ist ausgeschlossen, und die mechanischen und biologischen Vorgänge, auf welchen das „Einarbeiten“ beruht, stehen in schroffem Gegensatz zu den Aufgaben, welche ein Milchfilter zu erfüllen hat. 25 30

Die verbreitetsten Formen der Kiesfilter lassen sich im wesentlichen auf zwei Konstruktionstypen zurückführen, von denen der eine in dem dänischen (Busk'schen) Filter, der andere im Kröhnke-Filter einen wichtigen Vertreter hat. Beim ersteren befinden sich in einem zylindrischen Gefäß mehrere Schichten Kies von verschiedener Korngröße übereinander, getrennt durch Siebe, welche an der Berührungsstelle mit der Gefäßwand mit Kautschuk abgedichtet sind. Die Milch tritt unten ein, durchströmt zuerst die grobkörnigste, zuletzt die feinkörnigste Schicht, um den Apparat oben zu verlassen. Zur Reinigung wird der Apparat auseinandergenommen, der Kies mit Sodawasser oder verdünnter Natronlauge gekocht, dann ausgewaschen und getrocknet. Das System Kröhnke ist durch einen trommelförmigen Behälter ausgezeichnet, der auf horizontaler drehbarer Achse ruht und durch zwei auf der Achse senkrecht stehende Scheidewände in eine größere Mittelkammer und zwei kleinere Seitenkammern geteilt ist. Die eine der Scheidewände ist in ganzer Ausdehnung, die andere nur im unteren Teil siebartig durchlocht. In keiner der Kammern ist der Raum durch Kies vollständig ausgefüllt, in den beiden Seitenkammern sogar nur etwa zu einem Drittel. Kennzeichnend ist für dieses Filter, daß die Reinigung des Kieses ohne Demontage vorgenommen werden kann. Nach erfolgter Filtration wird 35 40 45 50

nämlich in einer dem Durchlauf des Milchstromes entgegengesetzten Richtung heißes Wasser und Dampf unter beständiger Drehung des Filters und damit verbundener Durchrüttelung und Mischung der Kiesschichten hindurchgeschickt.

Soweit die Erfahrungen im praktischen Betriebe wie auch von wissenschaftlicher Seite vorgenommene besondere Untersuchungen ergeben haben, scheint die mechanische, d. h. die schmutzentfernende Leistung der Kiesfilter im allgemeinen zu befriedigen, vorausgesetzt, daß den Apparaten nicht eine zu große Filtriergeschwindigkeit zugemutet wird. Ueber die Beeinflussung des Bakteriengehaltes hat sich hingegen eine Diskussion in der Fachpresse erhoben, die sich der Hauptsache nach um die Frage drehte, ob geschlossene Filter nach Art des Kröhnke-Filters grundsätzlich als vom hygienischen Standpunkt bedenklich bezw. unzulässig betrachtet werden sollen. In der Tat muß zugegeben werden, daß es nicht nur schwierig ist, die verhältnismäßig großen Kiesmassen der dänischen Filter nach Gebrauch und Herausnahme aus dem Apparat zu sterilisieren, wie R. Weil (1) an Hand von zwei Busk'schen Filtern gezeigt hat, sondern daß eine einwandfreie Entkeimung der Filtermasse im Kröhnke-Filter auf dem ursprünglich vom Hersteller angegebenen Wege nach dem Stande unserer Kenntnisse über die Widerstandsfähigkeit der Dauerformen gewisser Milchbakterien gar nicht erwartet werden darf. Darin liegt aber nicht die Schwäche des Systems, sondern in der Unmöglichkeit, die letzten Wasserreste nach erfolgter Reinigung aus dem Apparat zu entfernen. Wo aber keimungsfähige Bakteriensporen das nötige Maß von Feuchtigkeit vorfinden und die Möglichkeit vorhanden ist, daß nicht entfernte Milchbestandteile wenn auch nur in Spuren als Nährmaterial dienen, da ist mit der Gefahr einer Entwicklung der betreffenden Bakterien in den zwischen dem Gebrauch liegenden Zeiträumen zu rechnen. Zwar haben Weigmann und Eichloff (1) bei täglichem Gebrauch eines Kröhnke-Filters keine diesbezüglichen ungünstigen Einflüsse auf die Milch feststellen können, doch dürften, wie die Genannten einräumen, unter anderen Verhältnissen und namentlich bei mehrtägiger Außergebrauchsetzung des Filters bedenkliche Erscheinungen bei Wiederintriebsetzung kaum zu vermeiden sein. Außer den zuletzt citierten Arbeiten befassen sich mit dem Kröhnke-Filter u. a. die Mitteilungen von C. Kröhnke (1) und R. Weil (2).

Was den Einfluß der Kiesfiltration im allgemeinen auf den Keimgehalt der Milch betrifft, so sind die aus der Bolle'schen Meierei in Berlin stammenden Angaben, wonach der Keimgehalt beim Filtrieren eine Verminderung um ein Drittel bis um die Hälfte erfährt, von anderer Seite für Filter ähnlicher Bauart nicht bestätigt worden. So fanden Dunbar und Kister (1), wie aus der auf S. 247 wiedergegebenen Tabelle hervorgeht, regelmäßig eine beträchtliche Zunahme, und ähnliches beobachtete R. Weil. Auch H. Tiemann (1), der mit einem Schreiber'schen Kiesfilter, das nur zwei getrennte Kiesschichten enthält, arbeitete, erhielt anfänglich immer höhere Keimzahlen in der filtrierten, als in der unfiltrierten Milch. Als es ihm aber gelungen war, die auf Grund mangelhafter Sterilisierung des Kieses erfolgte Infektion auszuschließen, unterschied sich der Keimgehalt der filtrierten Milch nicht wesentlich vom Keimgehalt der Rohmilch.

Auf der im Jahre 1903 in Hamburg abgehaltenen milchhygienischen Ausstellung war unter dem Namen Ulander-Filter ein Milchreinigungs-

gerät ausgestellt, das im wesentlichen auf einer Filtration der Milch durch eine dünne, zwischen Sieben festgehaltene Watteschicht beruhte. Es war damit wieder ein Grundsatz zur Geltung gelangt, den schon BACKHAUS im Jahre 1897 bei der Zusammenstellung des Cellulosefilters zu verwirklichen angestrebt hat, nämlich die Benutzung eines Filter- 5 stoffes, der zufolge seines niedrigen Preises nach einmaliger Benutzung weggeworfen werden kann. Es scheint nun, daß mit Einführung der Wattefilter wenigstens für die Reinigung der Milch am Gewinnungsorte die Frage nach einer geeigneten Reinigungsvorrichtung gelöst ist. Diese Filter haben sich rasch eine große Beliebtheit erworben, selbst in klein- 10 bäuerlichen Kreisen. Die Milch muß aber warm, wie sie von der Kuh kommt, aufgegossen werden, da sonst die Filtration viel mehr Zeit erfordert. Wenn die Wirksamkeit der Wattefilter bezüglich der Entschmutzung eine sehr weitgehende ist, so wird man immerhin von ihr so wenig wie bei anderen Milchreinigungsvorrichtungen eine erhebliche 15 Verminderung des Bakteriengehaltes erwarten dürfen. Denn die Wege im Porensystem eines Wattefilters, welche den größeren Fettkügelchen den Durchgang gestatten, sind mindestens groß genug für jenen Teil der Milchbakterien, der nicht fest an Schmutzteilchen haftet oder in solchen eingeschlossen ist. Ueber eine Prüfung von neueren Typen von 20 Milchsieben mit Watteeinlage hat B. MARTINY (2) berichtet.

Die Einführung der Wattefilter hat den Anstoß zu einer von den bisherigen Methoden abweichenden Art der Prüfung der Milch auf Schmutzgehalt gegeben, welche in G. FLIEGEL's (1) Schmutzprüfer eine einfache und handliche Form angenommen hat. Die bei der Filtration 25 der Milch durch hygroskopische Watte zutage tretende Eigentümlichkeit, daß die geringsten Mengen feinsten schlammartigen Schmutzes sich durch Färbung der Watte deutlich kennbar machen, ist in diesem Apparat zur praktischen Anwendung gelangt. Die nach erfolgter Filtration auf Karton geklebten und ordnungsgemäß zusammengestellten 30 Wattescheiben geben im Molkereibetrieb ein treffliches Hilfsmittel zur Kontrolle der eingelieferten Milch. Wenn dabei quantitative Differenzen nur schätzungsweise ermittelt werden können, so ist diesem Umstand wenig Gewicht gegenüber der Möglichkeit beizulegen, auf die Frage, ob eine Milch reinlich gewonnen sei oder nicht, auf einfachste Weise 35 eine unzweideutige Antwort zu bekommen.

In großen Molkereibetrieben ist die Wattefiltration aus dem Grunde, weil sie nur für warme Milch anwendbar ist und auch dann zur Bewältigung großer Milchmengen der Leistungsfähigkeit des Centrifugierverfahrens nachstehen dürfte, noch wenig in Aufnahme gekommen. 40 Ueberhaupt wird im einzelnen Fall die Frage der Milchreinigung unter Berücksichtigung der besonderen Produktions- und Betriebsverhältnisse gelöst werden müssen. Von Interesse mag in diesem Zusammenhang die Erwähnung der Tatsache sein, daß im Gebiete der schweizerischen Emmenthalerkäsereien das Seihen der Milch im Stalle nicht gern ge- 45 sehen wird oder sogar verboten ist, weil der Käser sich an Hand der ungereinigten Milch besser darüber unterrichten kann, ob etwa von seiten des Lieferanten fehlerhafte, z. B. mit Caseingerinnseln oder Gewebefetzen behaftete Milch der guten Milch beigemischt worden ist.

Literatur

zum Kapitel Beseitigung der Bakterien aus der Milch auf mechanischem Wege.

*__Bach,__ O., (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1900, S. 819. *__Backhaus,__ A., (1) Ber. d. landw. Instit. d. Univ. Königsberg i. Pr., 1898, Bd. 2, S. 12. — (2) Milchztg., 1897, Bd. 26, S. 357. *__Bang,__ B., (1) Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin, 1885, Bd. 11, S. 62. __Bohrisch,__ Paul, und __Beythien,__ Adolf, (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1900, S. 319. *__Cappelletti,__ E., (1) Ufficiale sanitario, Padova, 1896. *__Dunbar__ und __Kister,__ (1) Milchztg., 1899, Bd. 28, S. 753. *__Eichloff,__ R., (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1898, S. 678. *__Fliegel,__ (1) Molkereiztg., Berlin, 1904, Bd. 14, S. 326. *__Gerber,__ N., (1) Die prakt. Milchprüfung, 7. Aufl., Bern 1900. *__Gernhardt,__ Eugen, (1) Dissert., Dorpat 1893; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 15, S. 313. *__Harrison,__ F. C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 359. *__Hellens,__ O. __von,__ (1) Dissert., Helsingfors 1899; ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 261. *__Herz,__ F. J., (1) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 830. *__Kister__ und __Liefmann,__ (1) Milchztg., 1904, Bd. 33, S. 116. *__Knochenstierna,__ Hugo, (1) Dissert., Dorpat 1893; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 15, S. 313. *__Kröhnke,__ O., (1) Milchztg., 1900, Bd. 29, S. 356. *__Lavalle,__ Alfred, (1) Milchztg., 1898, Bd. 27, S. 390. *__Lewis,__ L. L., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 845. *__Martiny,__ B., (1) Molkereiztg., Berlin, 1904, Bd. 14, Nr. 39. — (2) Ebenda, 1905, Bd. 15, Nr. 41. *__Plaut,__ H. C., (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 30, S. 52. *__Renk,__ (1) Münchner med. Wochenschrift, 1891, Nr. 6 u. 7; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1891, Bd. 10, S. 193. *__Sacharbekoff,__ M. P., (1) Dissert., St. Petersburg 1895; ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 545. *__Scheurlen,__ E., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1891, Bd. 7, S. 263. *__Schmelck,__ L., (1) Revue intern. des Falsificat., 1894; ref. in Milchztg., 1894, Bd. 23, S. 478. *__Schulz,__ Leop., (1) Arch. f. Hyg., 1892, Bd. 14, S. 266. *__Severin,__ S. A., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 605. *__Stutzer,__ A., (1) Milchztg., 1895, Bd. 24, S. 236. *__Tiemann,__ H., (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 161. *__Uhl,__ (1) Z. f. Hyg., 1892, Bd. 12, S. 475. *__Weigmann,__ H., (1) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 826. — (2) Ebenda, 1896, Bd. 25, S. 147. — (3) Ebenda, 1891, Bd. 20, Nr. 71. *__Weigmann,__ H., und __Eichloff,__ R., (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 289. *__Weil,__ Richard, (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 739. — (2) Ebenda, 1902, Bd. 31, S. 21. *__Wenck,__ Arth., (1) Molkereiztg., Berlin, 1905, Bd. 15, S. 169; vergl. auch Eichloff (1). *__Wüthrich,__ E., und __Freudenreich,__ E. __von,__ (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 873.

(Manuskript-Einlauf: 24. April 1906)

15. Kapitel.

Unterdrückung der Vermehrung der Bakterienflora der Milch durch Kühlen, Lüften und chemische Mittel.

Von Prof. Dr. R. Burri.

§ 67. Entwicklung der Bakterienflora der Milch nach der Gewinnung.

Die Milch, eine annähernd neutrale Flüssigkeit, welche die für Organismenentwicklung notwendigen Mineralsalze und daneben reich-
5 liche Mengen eines leicht zugänglichen Zuckers sowie verschiedene Eiweißstoffe enthält, muß zum vorneherein für die Entwicklung und Vermehrung zahlreicher Bakterienarten wie auch anderer niedriger Pilze geeignet erscheinen, und in der Tat ist im 22. Kapitel des Ersten Bandes die sterilisierte Milch unter den bei der Bakterienzüchtung im Labo-
10 ratorium am häufigsten verwendeten Nährböden aufgeführt. Wenn daraus zu entnehmen ist, daß die frischgemolkene Milch, die unter keinen Verhältnissen ganz frei von lebenden Keimen gewonnen werden kann, schon kurze Zeit nach dem Melken als Schauplatz einer mehr

oder weniger lebhaften Entwicklung dieser Keime betrachtet werden darf, so müssen dieser Anschauung doch einige Erwägungen einschränkender Natur entgegengehalten werden.

Basenau (1) hat seinerzeit darauf aufmerksam gemacht, daß bei Ueberimpfung von Bakterienmaterial aus einer gut gedeihenden Zucht auf neuen, sterilen Nährboden die Entwicklung nicht sofort weiter geht, sondern je nach der Temperatur einige Stunden aussetzt, um dann von neuem in Gang zu kommen. Mit anderen Worten: es bleibt die Keimzahl, die sofort nach der Impfung festgestellt wird, während einiger Stunden unverändert, um dann rasch anzusteigen. Basenau hat die Erscheinung als Hemmung der Entwicklung gedeutet, welche dadurch hervorgerufen wird, daß die übergeimpften Keime plötzlich in neue Verhältnisse versetzt werden, an die sie sich erst gewöhnen müssen. In ähnlicher, bezüglich der gegensätzlichen Existenzbedingungen nur noch ungünstigerer Lage befinden sich nun die meisten der in frischgemolkener Milch vorhandenen Bakterien. Zum Teil aus der Luft, wo sie sich im halb ausgetrockneten Zustand schwebend hielten, zum Teil aus feuchtem oder ausgetrocknetem Kuhkot, zum Teil aus Fugen und Ritzen des Melkkübels, wo sie vielleicht durch die Behandlung mit heißem Wasser abgeschwächt worden sind, und aus all den anderen früher angeführten Quellen gelangen sie in die Milch und bedürfen hier offenbar einer Summe verschiedener Reize, um in den Zustand der lebhaften vegetativen Tätigkeit überzugehen. Nur jene Arten, welche als ständige Bewohner des Euterinnern gelten können und mit den Milchstrahlen im Melkeimer aufgefangen werden, sind vielleicht auf die Entwicklung in der Milch besser vorbereitet und können gewissermaßen die schon im Euter begonnene vegetative Tätigkeit außerhalb desselben einfach fortsetzen. Durchschnittlich wird sich indessen die in Frage stehende Hemmung in dem Sinne geltend machen, daß eine gewisse Zeit nach dem Melken verstreicht, bevor eine merkliche Zunahme des Keimgehaltes erfolgt.

Während wir für vegetative Zustände der Bakterien, abgesehen von den Angaben Basenau's, keine experimentellen Grundlagen besitzen, die für einzelne Arten über die Zeit Auskunft geben, welche nach dem Uebertragen in ein Nährmedium bis zum Eintreten der Vermehrung verstreicht, wissen wir genau, daß gewisse Kartoffelbazillensporen, auch wenn sie unter den günstigsten Temperaturverhältnissen in einen vorzüglichen Nährboden versetzt werden, Tage lang im Ruhezustand verharren, um dann erst auszukeimen. Die Mißerfolge des fraktionierten Sterilisierens sind meist auf diesen Umstand zurückzuführen (vergl. § 119 des I. Bandes). Gewiß haben wir es bei den in frischgemolkener Milch nachweisbaren Sporenbildnern in den meisten Fällen mit wirklichen Sporen zu tun, die aus Heustaub oder aus eingetrockneten Kuhkotteilchen in die Milch gelangt sind. Es liegt nun kein Grund vor, für diese Sporen ein anderes Verhalten bei der Auskeimung anzunehmen, als das obenerwähnte, und somit haben wir hier mit einem weiteren Umstand zu rechnen, der seine Wirkung im Sinne einer Verzögerung der Entwicklung jener Keime äußern wird, welche als Bestandteil der Flora der frischgemolkenen Milch gefunden werden.

Ein drittes Moment, das hier zu würdigen wäre und auch an anderer Stelle (§ 4) schon besprochen worden ist, liegt in der Baktericidie der Milch vor. Wenn die Milch baktericide Stoffe enthält, die nicht nur im Euter sondern auch außerhalb desselben noch wirksam sind, so muß

sich dies in einer Beeinflussung der beim Melken in die Milch gelangten Keime zu erkennen geben. Die Keimzahl muß sich in der auf das Melken folgenden Zeit nicht nur gleich bleiben, sondern vermindern. Tatsächlich sind solche Befunde von verschiedener Seite, zuletzt in umfassender Weise von Koning (1) gemacht worden, und wenn über das im allgemeinen zu beobachtende Zurückgehen der Keimzahl in frischgemolkener Milch wohl kein Zweifel mehr bestehen kann, so ließe sich über die Ursachen der Erscheinung allenfalls diskutieren. Stocking (1) hat die Ansicht vertreten, daß bei dem Vorgang nicht besondere bakterieide Eigenschaften der Milch, sondern einfach der Umstand die Hauptrolle spiele, daß viele der in die Milch gelangten Keime hier keinen passenden Nährboden fänden und daher absterben müssen. Diese Erklärung dürfte kaum stichhaltig sein, denn wenn Keime, die aus Heu- und Streuestaub, aus eingetrocknetem Kot usw., wo sie bekanntlich wochenlang ihre Entwicklungsfähigkeit behalten, in die Milch fallen und dann keine günstigen Ernährungsverhältnisse finden, so ist das noch lange kein hinreichender Grund, um die Entwicklungsfähigkeit überhaupt einzubüßen. Daß die Bakterieidie und die Basenau'schen Hemmungserscheinungen zusammenwirken und im einzelnen Falle nicht gut auseinandergehalten werden können, muß zugegeben werden. Doch wird mindestens in den Fällen, in welchen nach dem Melken nicht nur ein Konstantbleiben der Keimzahl sondern eine ausgeprägte Keimverminderung zur Beobachtung gelangt, eine Aeußerung der baktericiden Eigenschaft der Milch erblickt werden dürfen.

Wir haben es nach obigen Ausführungen mit Erscheinungen und Einflüssen verschiedener Art zu tun, welche geeignet sind, der im allgemeinen unerwünschten Ausbreitung der Bakterienflora in der Milch entgegenzuwirken. Ob und in welchem Grade solche Einflüsse praktisch ausgenützt, d. h. im Dienste der Haltbarmachung der Milch verwendet werden können, würde noch näher zu erörtern sein. Was speziell die Baktericidie betrifft, die wohl in erster Linie in Frage käme, so haben die Untersuchungen von Hunziker (1) eine starke Abhängigkeit von der Aufbewahrungstemperatur der Milch ergeben, und Koning hat hervorgehoben, daß die Abnahme der Bakterienzahl in der frischgemolkenen Milch bei geeigneter Aufbewahrungstemperatur namentlich dann deutlich hervortritt, wenn das Melken auf sorgfältige Weise erfolgte und infolgedessen der anfängliche Keimgehalt ein an und für sich niedriger war. Uebrigens liegen diese Verhältnisse noch keineswegs abgeklärt vor uns, und was sie noch verwickelter macht, ist der Umstand, daß die keimvernichtende Kraft nach den vorliegenden Forschungen von Tier zu Tier wechselt, während andererseits nicht nur die Bakterienflora in den Gemelken einzelner Kühe große Verschiedenheiten in der Zusammensetzung aufweist, sondern auch die einzelnen Bakterienarten allem Anschein nach gegenüber der fraglichen Eigenschaft der Milch in sehr verschiedenem Grade empfindlich sind.

Früher oder später, je nach der Aufbewahrungstemperatur und anderen weniger gut kontrollierbaren Umständen, ist in der Milch von einem Stillstand oder Rückgang der Bakterienentwicklung nichts mehr zu bemerken, sondern es läßt sich im Gegenteil eine rasche Zunahme des Keimgehaltes feststellen, die mit Veränderungen chemischer und physikalischer Art Hand in Hand geht, unter welchen die Umwandlung eines Teils des Milchzuckers in Milchsäure und die hierdurch bedingte Gerinnung der Milch die Hauptrolle spielt; vergl. S. 190 u. f.

§ 68. Wirkung der Abkühlung auf die Milchbakterien.

Im § 97 des Ersten Bandes, wo vom Einfluß der Temperatur auf das Wachstum der Gärungsorganismen die Rede war, sind neben anderen auch zwei Tatsachen verzeichnet, welche in engster Beziehung zu vorstehendem Thema stehen und die Beantwortung der darin enthaltenen Frage in gewissem Sinne vorbereiten. 5

Zunächst wurde an jener Stelle erwähnt, daß ein Ueberschreiten des Temperaturminimums nach unten bei Gärungsorganismen im allgemeinen und ganz besonders bei Bakterien keine Schädigung im Gefolge hat, ja, daß sogar, wie MACFADYEN und ROWLAND feststellen konnten, 10 die Temperatur des flüssigen Wasserstoffs (— 252° C) bei zehnstündiger Einwirkung die Lebensfähigkeit der für den Versuch verwendeten Bakterien nicht zu beeinträchtigen vermochte. Bei diesen und ähnlichen Versuchen war die Prüfung der mit Kälte behandelten Zucht in der Weise erfolgt, daß man sich durch Ueberimpfung oder bei beweglichen 15 Arten durch direkte mikroskopische Betrachtung von ihrer Lebensfähigkeit überzeugte. E. F. SMITH und D. B. SWINGLE (1) machen nun darauf aufmerksam, daß bei einer Prüfung im quantitativen Sinne leicht festzustellen sei, daß bei vielen Bakterienarten, so z. B. beim Typhusbazillus, schon durch bloßes Gefrierenlassen der sie enthaltenden Nährlösung viele 20 Individuen abgetötet werden. Danach würde also die allgemeine Annahme, daß Bakterien durch Kälte überhaupt nicht beeinflußt werden, eine gewisse Einschränkung erfahren. Praktisch kann diese Erscheinung kaum eine bedeutende Rolle spielen, indem es offenbar die schwächlicheren, auch in anderen Beziehungen weniger widerstandsfähigeren 25 und daher weniger zu fürchtenden Zellen sind, welche der Kältebehandlung unterliegen.

Die zweite der für die Frage des Milchkühlens wichtigen und in dem oben berührten Paragraphen erörterten Tatsachen ist in der Existenz von *psychrophilen* oder besser gesagt *psychrotoleranten* 30 Gärungsorganismen zu erblicken; das sind solche, welche bei Temperaturen von 0° C und wenig darüber noch zu wachsen vermögen, dabei allerdings nicht streng an so niedrige Wärmegrade gebunden sind. Dieselben Organismen gedeihen noch lebhafter bei höherer Temperatur, sind aber immerhin durch ein verhältnismäßig niedrig liegendes Op- 35 timum (gegen 20° C) ausgezeichnet. Weiteres über die Gruppe der Psychrotoleranten ist auf S. 448 des Ersten Bandes nachzusehen, wo sich auch eine für unsere Zwecke bemerkenswerte Angabe FORSTER's (1) findet, laut welcher in gewöhnlicher Handelsmilch pro ccm bis zu 1000 psychrotolerante Bakterien enthalten sind. 40

Aus dem Gesagten ergeben sich demnach für die Frage der Milchkühlung zwei Folgerungen von grundsätzlicher Bedeutung: 1. *Eine wirksame Vernichtung der in der Milch enthaltenen Bakterien ist durch eine noch so gründliche Abkühlung nicht zu erzielen.* 2. *In einer sehr tief, nämlich bis auf 0° C,* 45 *gekühlten Milch bleiben die vor der Kühlung in der Milch enthaltenen Bakterien nicht nur am Leben, sondern einige unter ihnen sind sogar imstande, sich bei dieser Temperatur zu vermehren.*

Selbstverständlich darf aus diesen Sätzen, wie etwa auf den ersten 50 Blick geschehen könnte, keine Einwendung gegen die Zweckmäßigkeit der Kühlung überhaupt entnommen werden; sie sollen nur vor Augen

führen, welche Eigenschaften bezüglich der bakteriologischen Beschaffenheit von einer gekühlten Milch nicht erwartet werden dürfen. Im übrigen ist der Schwerpunkt für die Bedeutung der Kühlung darin zu erblicken, daß gerade diejenigen Bakterien, welche vermöge der ihnen 5 zukommenden besonderen Fähigkeiten, die Milch in unerwünschter Weise verändern, durch die Kühlung in ihrer Wirkung ausgeschaltet oder doch in wesentlichem Maße beeinträchtigt werden. Denn alle die betreffenden Arten haben ein verhältnismäßig hohes Temperaturoptimum und ein dementsprechendes Minimum. Eine Kühlung der Milch bis auf eine 10 Temperatur unterhalb des letzteren schafft aber in der leicht zersetzbaren Flüssigkeit Verhältnisse, wie sie bestehen würden, wenn die betreffenden Gärungserreger überhaupt nicht vorhanden wären.

Bevor nun auf die Erörterung der Frage eingetreten werden soll, von welchen Temperaturen ab eine wirksame Kühlung, d. h. eine wesent- 15 liche Erhöhung der Haltbarkeit der Milch erwartet werden darf, sei noch kurz auf den Zusammenhang aufmerksam gemacht, welcher zwischen dem Zutagetreten der baktericiden Eigenschaften der Milch und der Temperatur besteht. O. Hunziker (1), der hierüber Versuche angestellt hat, konnte die Wahrnehmung machen, daß bei 21° C 20 die Keimabnahme der frischen Milch am ausgesprochensten war und sogar bei Mischmilch in Kannen sich durchschnittlich über 3—6 Stunden erstreckte. Wählte er niedrigere Aufbewahrungstemperaturen, z. B. 5° oder 13° C, so war die Abnahme des Keimgehaltes nicht so deutlich wie bei 21°, dauerte aber länger an. Bei höheren Temperaturen, z. B. 25 in der Höhe der Bluttemperatur, war von einer keimvernichtenden Kraft der Milch fast gar nichts zu bemerken. Die Baktericidie technisch zu verwerten, z. B. indem man die Milch in der ersten Zeit nach dem Melken bei Temperaturen halten würde, bei welchen der anfängliche Keimgehalt am stärksten zurückgeht, hält Hunziker nicht für angezeigt, 30 einmal wegen der Unsicherheit, die in dem verschiedenen Verhalten einzelner Kühe und ganzer Herden liegt, sodann weil keine Aussicht vorhanden ist, die erwähnte, eigentlich doch ziemlich schwach ausgeprägte Eigenschaft der Milch zu steigern.

Wenn die in der Baktericidie liegende Möglichkeit einer Herab- 35 setzung des ursprünglichen Keimgehaltes der Milch ausgenützt werden sollte, so könnte dies nur den Sinn haben, daß mit der Verminderung der Keimzahl die Aussicht auf die Haltbarkeit der betreffenden Milch erhöht würde. Aber auch nur die Aussicht würde erhöht, nicht eine Gewähr geleistet, denn, wie aus den Untersuchungen verschiedener 40 Autoren hervorgeht, tritt Säuerung und Zersetzung im allgemeinen bei Milch mit anfänglich hohem Keimgehalt früher als bei ursprünglich keimarmen Proben ein, doch ist der Zusammenhang keineswegs ein so enger, daß etwa aus der Keimzahlbestimmung bei zwei beliebigen Proben zum voraus ein zuverlässiger Schluß auf die Zeit der 45 eintretenden Säuerung gezogen werden könnte. Man wird also für gewöhnlich der unter günstigen Umständen mit der Abkühlung einhergehenden Keimverminderung aus den angegebenen Gründen keine Beachtung schenken, sondern das Ziel der Milchkühlung in einer Hemmung der zersetzenden Tätigkeit der vorhandenen Bakterien erblicken müssen. 50 Was nun die Verwirklichung dieses Ziels betrifft, so sind es vornehmlich zwei Bedingungen, die notwendig erfüllt sein müssen. Einerseits soll sofort nach der Gewinnung und andererseits soll genügend tief gekühlt werden. Sofort nach der Gewinnung soll gekühlt werden,

weil in den ersten Stunden nach dem Melken die Bakterien der Milch sich unter Wärmegraden befinden, welche für eine rasche Entwicklung und Vermehrung die denkbar günstigsten sind, und sodann, weil eine schon im Gang befindliche lebhafte Bakterienentwicklung durch starke Abkühlung wohl unterbrochen, die schon entstandenen Stoffwechselprodukte aber nicht mehr beseitigt werden können. Bezüglich der zweiten Forderung, genügend tief zu kühlen, ergeben sich die nötigen Grundlagen aus Versuchen, welche über die Zeit des Eintretens der Säuerung bei verschiedenen Temperaturen angestellt worden sind.

O. Appel (1) hat gefunden, daß mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln gewonnene Milch bei 15° C aufbewahrt erst nach 30 Stunden, ungekühlt aber schon nach 15 Stunden, im Brutschrank bei 37° C sogar schon nach 5 Stunden eine deutliche Zunahme der Säure zeigte. Nach Plaut (1) dauert das Inkubationsstadium der Milch (s. S. 54) bei 10° C 48–72, bei 15° 20—24, bei 20° 12—20 und bei 37° 6 Stunden. Nach A. Peter (1) soll sich eine normal beschaffene Milch bei der verhältnismäßig hohen Wärme von 24° C immerhin etwa 15 Stunden ohne Erhöhung des ursprünglichen Säuregrades aufbewahren lassen. Koning (2) gibt eine Reihe von Belegen, welche die Wirkung der Abkühlung auf die Haltbarkeit deutlich hervortreten lassen. Zwei Beispiele seien herausgegriffen. Bei der Probe A handelte es sich um eine offenbar noch ziemlich frische Handelsmilch, bei B um eine sterilisierte Milch, die mit einer aus Handelsmilch reingezüchteten Milchsäurebakterie geimpft war. Die Säuregrade (vergl. S. 55) verstehen sich auf Zehntelnormal-Natronlauge pro 100 ccm Milch.

Probe A. Säuregrad:	10° C	22° C	37° C
bei Empfang	15,8	15,8	15,8
nach 24 Std.	16,4	28,8	96,6
„ 48 „	16,7	91,1	92,8
„ 72 „	17,2	102,4	105,2

Probe B. Säuregrad:	10° C	22° C	37° C
nach dem Impfen	18.6	18,6	18.6
„ 24 Std.	17,2	24,2	27.6
„ 48 „	17,0	38,2	51,2
„ 72 „	18,0	48,2	60.4

Aus diesen und den weiter oben gemachten Angaben ist ersichtlich, daß zwar schon bei Wärmegraden in der Nähe von 20° C eine merkliche Wirkung der Abkühlung im Sinne einer Verlängerung der Haltbarkeit sich zeigt, daß aber dieser günstige Einfluß erst bei 10° deutlich wird. Das hängt damit zusammen, daß die Temperatur von 10° C für die in der Milch gewöhnlich auftretenden Milchsäurebakterien entweder unterhalb des Minimums dieser Arten liegt oder mit ihm mehr oder weniger zusammentrifft; vergl. hierzu die Tabelle auf S. 96. In diesem Umstand ist die von Seite der milchwirtschaftlichen Praxis allgemein vertretene Forderung, die Milch im Interesse ihrer Haltbarkeit womöglich auf 10° C oder tiefer zu kühlen, näher begründet. Nach Kirchner (1), der sich auf eine Versuchsreihe von Soxhlet (1) stützt, würde der verhältnismäßig größte Erfolg bezüglich der Haltbarkeit schon durch eine Kühlung der Milch auf mindestens 15° C erzielt. Von den zur Verfügung stehenden Kühlungsmitteln hängt es dann ab, ob und in welchem Grade der genannten Forderung genügt werden kann.

Bei den so sehr verschiedenen Verwendungsarten der Milch ist das Bedürfnis nach Verlängerung der Haltbarkeit naturgemäß in außerordentlich weiten Grenzen schwankend. Für jene Fälle, in denen die freiwillige Zersetzung der Milch ein beständig drohendes Betriebshemmnis bildet und zur warmen Jahreszeit zur Kalamität wird, muß die Lösung der Aufgabe, die Haltbarkeit in beliebigem Grade zu steigern,

von ganz besonderer Bedeutung sein, und es wäre hier vom mykologischen Standpunkt aus noch kurz zu erörtern, inwiefern sich die Kühlung für den gedachten Zweck eignet. Wenn aus den auf S. 257 gemachten Angaben zu entnehmen ist, daß die Haltbarkeit der Milch annähernd in dem Verhältnis zunimmt, in welchem die Aufbewahrungstemperatur abnimmt, so ergibt sich zunächst als notwendige Folgerung, daß für hochgestellte Anforderungen an die Haltbarkeit nur außerordentlich niedrige Aufbewahrungstemperaturen in Betracht kommen können. Nun tritt aber bei wenig unter 0° das Gefrieren der Milch ein, das unter einer Entmischung der einzelnen Bestandteile vor sich geht. Aus dem gefrorenen Produkt durch Auftauenlassen wieder eine Milch von der ursprünglichen Beschaffenheit zu erlangen, ist bisher nicht geglückt, und aus diesem Grunde hat die Herstellung von gefrorener Milch sich vorläufig nicht einführen können. Man hat sich damit begnügt, die Milch sehr tief, d. h. bis auf 0° oder wenige Grade darüber, abzukühlen, und hat durch dieses Mittel eine bedeutend erhöhte Transportfähigkeit erzielt, die es ermöglichte, weit entlegene Produktionsgebiete mit Hilfe des Eisenbahn- oder Schiffsverkehrs in den Dienst der städtischen Milchversorgung zu ziehen. Wenn solche Milch süß ist, so ist damit, wie u. a. H. W. Conn und W. M. Esten (1) hervorheben, noch keine Gewähr gegeben, daß sie auch gesund ist, denn wir haben uns an die Existenz der psychrotoleranten Bakterien zu erinnern, welche bei Temperaturen in der Nähe von 0° noch Wachstum und Vermehrung zeigen. Allerdings muß hier beigefügt werden, daß unter den Vertretern dieser Gruppe bis jetzt solche nicht gefunden worden sind, die sich durch krankmachende Eigenschaften auszeichnen oder nachweisbar giftige Stoffwechselprodukte bilden. Schöne Aufschlüsse über das Wachstum der Bakterien in tiefgekühlter Milch sind in einer Arbeit von Bischoff (1) enthalten. Danach ist sogar bei Aufbewahrung von Milchproben im Eisvorratsraum eines großen Leipziger Kühlhauses, wo eine Temperatur von — 1,5 bis 0° C herrschte, Bakterienwachstum und unter dessen Einfluß eine entsprechende Veränderung der Milch eingetreten, wie folgende Tabelle zeigt. Die Keimzahlen beziehen sich auf 1 mg Milch; die Säurezahlen sind in mg SO_3 pro 100 ccm Milch ausgedrückt.

Tage	Milchprobe IV		Milchprobe VI	
	Keimzahl	mg SO_3	Keimzahl	mg SO_3
0	158	56,0	200	64,0
1	82	58,0	158	64,0
2	77	58,0	178	65,6
3	53	60,0	299	67,2
4	—	—	900	67,6
7	25	61,0	19 770	70,4
10	76	62,0	—	—
14	1 956	66,0	260 000	72,0
21	—	—	770 000	73,2
8 Wochen	750 000	220 gerinnt b. Kochen	—	gerinnt beim Kochen

Bei beiden Proben haben wir zuerst ein Abnehmen, dann aber ein starkes Ansteigen der Keimzahl zu verzeichnen, letzteres ohne Zweifel im Zusammenhang mit der einsetzenden Entwicklung ganz bestimmter, an niedrige Temperatur angepaßter Arten.

Daß bei Probe VI bei einem so niedrigen Säuregrade die Kochprobe zur Gerinnung führte, wird von BISCHOFF durch Enzymwirkung erklärt. In der Tat scheint hier Bakterienlab im Spiele gewesen zu sein, was gut mit einigen Beobachtungen WEIGMANN's (1) übereinstimmen würde, wonach bei kühler Witterung auf der Weide gewonnene oder auch künstlich kühl gehaltene Milch nicht selten unter dem Einfluß laberzeugender Bakterien (s. S. 139) zu vorzeitiger Ausscheidung des Käsestoffs bei fehlender Säuerung neigt.

In noch kürzerer Zeit traten die geschilderten Erscheinungen auf, wenn die Milch bei 6—8° C aufgestellt war; so hielt z. B. in einem Fall nach 4, in einem anderen nach 7 Tagen die Milch das Kochen nicht aus, ohne zu gerinnen. Nur dann, wenn die Milch in gefrorenem Zustande, nämlich in einem Raum, der — 3° bis — 7° C hatte, verblieb, ergab sich bei von Zeit zu Zeit vorgenommener Prüfung eine beständige Abnahme des Keimgehaltes bei unverändertem Säuregrad. Eine gefrorene Milch ist demnach einer flüssigen, selbst wenn sie auf 0° und tiefer gekühlt ist, vom hygienischen Standpunkt aus überlegen, denn nur die erstere, nicht aber die letztere ist vor der Entwicklung von Gärungsorganismen dauernd geschützt. Zwar ist das Gefrierenlassen, wie schon bemerkt worden ist, mit gewissen Nachteilen verbunden, welche in der starken Entmischung bei großen Milchmengen und nach den Ausführungen BISCHOFF's sogar in einer Ausscheidung von Eiweißflocken bei längerem Lagern des Milcheises bestehen. Das Gefrierenlassen empfiehlt sich daher nur für Milch in kleinen z. B. auf Flaschen verteilten Mengen, und diese Milch ist, wenn auch frei von Pilzentwicklung, nicht in unbeschränktem Maße lagerungsfähig. Wo es sich um Haltbarmachung größerer Mengen handelt, wird die Tiefkühlung auf Temperaturen wenig über 0° am Platze sein, welche die physikalische Eigenschaft der Milch in nennenswertem Grade nicht beeinflußt, hingegen die Bakterienentwicklung nur verlangsamt, nicht gänzlich hindert, was bei der Beurteilung solcher Milch vom technischen wie vom hygienischen Standpunkte aus wohl zu beachten ist. Den Gefahren und Mängeln, welche einer durch Tiefkühlung haltbar gemachten Milch anhaften können, wird man dadurch auszuweichen suchen, daß man bei solcher Milch gerade wie bei nicht behandelter Rohmilch grundsätzlich für einen raschen Verbrauch sorgt und sich so wenig als möglich auf die durch Kühlung erreichte größere Haltbarkeit verläßt.

§ 69. Methoden der Kühlung.

Unter Betriebsverhältnissen, die keine besonderen Anforderungen an die Haltbarkeit der Milch stellen, genügt zur warmen Sommerszeit die übliche Kühlung mit Hilfe von Brunnenwasser, in welches die gefüllten Kannen unmittelbar nach dem Melken gestellt werden, vollauf, um eine hinreichende Unterdrückung des Bakterienwachstums zu erzielen. Unter Umständen, wenn nämlich das Wasser spärlich fließt und kein besonderes Kühlbassin vorhanden ist, kann ein Milchkannenkühler, wie er z. B. von Gebr. BAYER in Augsburg hergestellt wird, gute Dienste leisten. KLEIN (1) in Proskau hat mit diesem Gerät einige Versuche angestellt und darüber berichtet. Es besteht aus einem in die mit warmer Milch gefüllte Kanne zu versenkenden System von flachen, aus verzinntem Weißblech hergestellten Hohllinsen, durch welche

das Kühlwasser circuliert. Die Kühlwirkung war eine befriedigende, wenn sie auch nicht diejenige eines gewöhnlichen Berieselungskühlers erreichte. Weniger günstig lautet das Urteil, welches KLEIN und KIRSTEN (1) anläßlich einer Prüfung des WALTER'schen Milchkühl- 5 und Entrahmungsapparates abgegeben haben. Es handelt sich bei diesem um Aufstellung der Milch in Satten, die ähnlich wie die Aufrahmgefäße beim älteren SWARTZ'schen Verfahren im Kühlwasser stehen und durch ein im Boden angebrachtes Rohr die Trennung von Rahm und Magermilch gestatten. Die Vorrichtung hat sich auffallender- 10 weise, obwohl die beiden Zwecke, denen sie dienen will, seit einer Reihe von Jahren auf viel vollkommenere Weise erreicht werden, in neuerer Zeit namentlich in kleineren Betrieben Eingang verschaffen können. Nach den genannten Autoren ist aber der Kühlwasserverbrauch ein ganz bedeutender, und während der Versuchsdauer im September und Ok- 15 tober 1901 war eine einstündige Dauer der Kühlung gerade hinreichend, die Milch während der eintägigen Aufrahmdauer vor dem Gerinnen zu schützen.

Eine sehr gute Ausnützung der Kühlwirkung frischen Leitungs- oder Brunnenwassers gestatten der LAWRENCE'sche und der SCHMIDT'sche 20 Kühler. Das Wasser tritt bei diesen Apparaten unten ein und steigt in übereinander angeordneten kupfernen Röhren empor, während die Milch von oben nach unten über die Außenfläche der verzinnten Kupferröhren rieselt. Selbstverständlich darf der Kühler nicht im Stalle stehen, da bei der großen Flächenentfaltung der zu kühlenden Milch die Ge- 25 legenheit zur Aufnahme von unreinen Gerüchen, von Stallstaub u. dergl. eine außerordentlich große ist. Das Bestreben, der bei den soeben erwähnten gewöhnlichen Kühlern unvermeidlichen Luftinfektion vorzubeugen, hat zur Herstellung von Kühlertypen geführt, bei denen Milch oder Rahm zwischen gekühlten, einen engen Raum zwischen sich lassen- 30 den Zylinderflächen durchfließen. Beispiele dafür sind der Milchkühlapparat von H. KELCH (1) in Dirschau und der Patent-Rahmkühler von D. BRAUN (1).

Größere Molkereibetriebe, insbesondere die im Dienste der städtischen Milchversorgung stehenden, können heutzutage für Kühlzwecke ver- 35 schiedener Art des Eises kaum entbehren, wenn sie den gesteigerten Anforderungen in hygienischer und technischer Beziehung sich gewachsen erweisen wollen, und selbst mittlere und kleine Betriebe nehmen die Vorteile wahr, die in ausgedehnter und rationeller Anwendung des Prinzips der Kühlung beruhen. Soweit nun örtliche Verhältnisse die 40 Aufspeicherung von Natureis in Mieten oder Eishäusern gestatten, ist vom mykologischen Standpunkt aus die Qualität des betreffenden Wassers wohl in Berücksichtigung zu ziehen, denn mit der Verwendung von Eis aus unreinem Wasser ist die Möglichkeit der Verschleppung von Gärungserregern in den Betrieb gegeben, welche Anlaß zu unliebsamen Störungen 45 bieten könnten. Entsprechend strenge Anforderungen hat man an die Beschaffenheit des Wassers zu stellen, das zu Kunsteis verarbeitet wird. Was die verschiedenen Systeme von Kälteerzeugungsmaschinen betrifft, so gibt P. VIETH (1) dem Kohlensäurekompressions-Verfahren den Vorzug, weil die Kohlensäure im Gegensatz zu den in ähnlicher Weise ver- 50 wendeten Gasen Schwefeldioxyd und Ammoniak ein verhältnismäßig indifferenter, bei allfälligem Austritt aus der Maschine weder Menschen belästigender noch die Molkereiprodukte schädigender Stoff ist. Der Besitz einer Eismaschine setzt die Molkerei in den Stand, das Prinzip

der Kühlung in den verschiedensten Anwendungsformen auszunutzen. Insbesondere wird es sich um die Herstellung von Eis, von Milcheis und von gekühlter Luft mit Hilfe kalter Sole handeln.

Nachdem im vorhergehenden Paragraphen die bakteriologischen Verhältnisse für gefrorene und nicht gefrorene aber tief gekühlte Milch er- 5 örtert worden sind, ist es unnötig, noch ein Wort über die Beschaffenheit der nach dem CASSE'schen Verfahren hergestellten Milch zu sagen. Hier wird tief gekühlte, unter Umständen vorher pasteurisierte Milch mit einer gewissen Menge gefrorener Milch versetzt. Näheres darüber, insbesondere auch die von W. HELM eingeführten Verbesserungen be- 10 treffend, ist aus einer Zusammenstellung HITTCHER's (1) über die Kälte- und Eismilchfrage zu entnehmen.

Die Herstellung von Milcheis hat übrigens entschieden von ihrer Bedeutung verloren, seitdem die in neuester Zeit vereinfachte Art der Tiefkühlung sich anscheinend rasch Eingang zu verschaffen begann. 15 Durch diese Apparate ist es möglich geworden, die Milch schon am Gewinnungsorte sofort nach dem Melken auf beinahe 0° C abzukühlen und so in einen für weiten Transport geeigneten Zustand zu versetzen. Voraussetzung für Anwendung des Verfahrens ist allerdings das Vorhandensein von Eis, das übrigens im Winter an den meisten Orten 20 leicht beschafft und aufgestapelt werden kann. Mit Hilfe von Eis und Salz wird nach bekannten thermophysikalischen Vorgängen eine Salzsole von einer bedeutend unter 0° C liegenden Temperatur hergestellt und diese mittels einer Pumpe durch einen Kühler getrieben. Näheres über diese Art der Milchkühlung ist in einer Mitteilung von W. HELM (1) 25 nachzusehen.

§ 70. Lüften und Lüftungsapparate.

Indem einige Vertreter der milchwirtschaftlichen Praxis, so namentlich die Amerikaner BEAN (1), WILLAND, COOKE, PLUMB und andere, schon vor Jahrzehnten das Lüften als eine die Eigenschaften der Milch 30 vorteilhaft beeinflussende Maßnahme empfahlen, geschah es offenbar in unbewußter Anlehnung an Vorstellungen, nach welchen das Lüften oder Auslüften in Anwendung auf Gegenstände ganz anderer Art, wie Stallungen, Wohnräume, Kleider usw. durchwegs als etwas wohltätiges, die Beschaffenheit der genannten Gegenstände in günstigem Sinne be- 35 einflussendes betrachtet wird. Im besonderen mochte der üble Geruch und Geschmack, welcher nur zu oft ein Merkmal frischgemolkener Milch bildet, das Bedürfnis nach Beseitigung dieses Fehlers wachgerufen haben, und dabei dürfte das Lüften als ein in erster Linie geeignetes Abhilfsmittel erschienen sein. 40

Das Wesen der Milchlüftung haben wir jedenfalls in einer Behandlung zu erblicken, durch welche die Milch auf irgend eine Weise in ausgiebigem Grade mit Luft in Berührung kommt und dabei Gelegenheit findet, ihrem Vermögen nach sowohl Bestandteile der Luft aufzunehmen als auch flüchtige Stoffe an sie abzugeben. Da der Vorgang in 45 gewissem Sinne als ein Auswaschen der Milch mit Luft aufgefaßt werden kann, so wird mutmaßlich bei solcher Behandlung nicht nur ein gewisser Teil der als Verunreinigung aufzufassenden flüchtigen Stoffe entfernt, sondern auch ein Teil des Auswaschungsmittels, d. h. der Luft, zurückbehalten, absorbiert. Die gelüftete Milch wird voraussichtlich 50

reicher an Sauerstoff als die ungelüftete sein, was wiederum für die sich nachträglich entwickelnden Mikroben eine Abänderung der Lebensbedingungen bedeutet. Der Vorgang des Lüftens birgt also auch mykologische Fragen in sich, die jedoch bis in die neueste Zeit sozusagen
5 unberührt geblieben sind. Ch. E. Marshall (1) gebührt das Verdienst, eine wissenschaftliche Behandlung der Milchlüftungsfrage vom chemischen und bakteriologischen Standpunkte zuerst in Angriff genommen zu haben. Soweit die Ergebnisse seiner bakteriologischen Versuche in unmittelbarem Zusammenhang mit der Frage des Einflusses der Lüftung auf
10 die Milchbakterien stehen, gestatten sie leider nicht, bestimmte Schlüsse zu ziehen. Dieser Einfluß würde sich offenbar von den Veränderungen des Nährbodens herleiten, welche durch das Entweichen der Kohlensäure als Verminderung der Acidität und durch Aufnahme des Sauerstoffs als Verbesserung der Existenzbedingungen für luftbedürftige Arten in die
15 Wagschale fielen. Von den genannten Wachstumsfaktoren, Reaktion des Nährbodens und Sauerstoffzutritt, spielt in vorliegendem Falle der erstere jedenfalls die geringere Rolle und dürfte vielleicht vernachlässigt werden. Viel wichtiger scheint für das Bakterienleben eine Vermehrung des im Nährboden zur Verfügung stehenden ungebundenen Sauerstoffs zu sein.
20 Um die Wirkung einer absichtlich geförderten Zufuhr dieses Elementes einigermaßen beurteilen zu können, muß man sich darüber klar sein, wie sich die einzelnen Gruppen der Milchbakterien zum Sauerstoff stellen. An Bedeutung für die in der Milch sich abspielenden Umsetzungen wird wohl von keiner Gruppe diejenige der nicht Gas bildenden Milchsäure-
25 bakterien vom Typus des *Bact. lactis acidi* Leichmann, zur Sammelart *Streptococcus lacticus* Kruse (s. S. 75 u. f.) gehörend, übertroffen. Gerade für diese Milchsäurebakterien ist aber, entgegen der Annahme Marshall's (1), die Anwesenheit von Sauerstoff (s. S. 95) nicht erforderlich oder sogar störend, wie u. a. aus Versuchen von Barthel (1) zu ent-
30 nehmen ist, welcher beobachtete, daß Vertreter aus der eben genannten Gruppe bei reichlicher Luftzufuhr nicht wie gewöhnlich große Mengen reiner Rechtsmilchsäure bildeten, sondern überhaupt weniger Säure und dabei gewissermaßen als pathologisches Stoffwechselprodukt beträchtliche Mengen flüchtiger Säuren. Wir haben also bei einem Versuch, die
35 theoretischen Grundlagen der mit der Milchlüftung verbundenen Vorgänge klarzulegen, die Tatsache nicht außer Acht zu lassen, daß die nach vielen Richtungen hin so wohltätigen Milchsäurebakterien einer Förderung durch Zuführung von Sauerstoff nicht bedürfen. Ob vielleicht gerade durch das Lüften andere Arten, deren Tätigkeit in der Milch
40 weniger erwünscht ist, auf Kosten der Milchsäurebakterien zur Geltung gelangen, das zu untersuchen, wäre lohnend und würde voraussichtlich die Frage über die Zweckmäßigkeit des Lüftens mit Rücksicht auf bestimmte Arten der Milchverwertung einer endgültigen Lösung entgegenführen.

45 Die praktischen Erfahrungen, welche man mit der Milchlüftung gemacht hat, lauten bezüglich des vorteilhaften Einflusses auf Geruch und Geschmack der Milch übereinstimmend günstig, hingegen deuten die widersprechenden und im Durchschnitt eher ungünstigen Ergebnisse, die unter Verarbeitung von gelüfteter Milch und gelüftetem Rahm bei
50 der Butterbereitung erhalten worden sind, daraufhin, daß die Beeinflussung der bakteriologischen Verhältnisse jener Produkte zum mindesten keine besonders vorteilhafte war. Versuche darüber sind im 48. und 57. Bericht des Dänischen Versuchslaboratoriums (1) beschrieben.

Eine Besprechung der Lüftungsapparate muß füglich mit der Erwähnung der gewöhnlichen Berieselungskühler eingeleitet werden. Wenn die Milch schon auf dem Wege des gewöhnlichen Melkens Gelegenheit findet, sich eines großen Teils ihres Kohlensäuregehaltes zu entledigen um dafür Luft und im besonderen Sauerstoff einzutauschen, so scheint es klar, daß bei jener Flächenentfaltung, zu welcher die Milch auf dem Kühler gezwungen wird, ein Gasaustausch in einem Maße vor sich geht, das kaum noch der Steigerung fähig ist. Berieselungskühler der gewöhnlichen Art sind also unzweifelhaft wirksame Lüftungsapparate.

Geräte, bei denen der Zweck des Lüftens im Vordergrund steht, sind der Bøggild'sche (1) Milchkühl- und Auslüftungsapparat und der Durchlüftungsapparat von Hansen und Schröder (1). Beim ersteren fließt die Milch zuerst durch ein Sieb und dann über die Außenfläche eines Hohlzylinders, der in einem trichterartigen Gefäß steht, welches direkt auf die Milchkanne aufgesetzt wird. Am unteren Rand des Hohlzylinders sind große Durchtrittsöffnungen angebracht, durch welche die herunterfließende Milch den Weg in den Sammeltrichter nimmt, die aber auch dazu dienen, frische Luft in das Innere des Zylinders gelangen zu lassen, wo infolge der Erwärmung durch die Milch ein aufsteigender, durch kühle Außenluft gespeister Strom entsteht. Wie vorauszusehen ist und durch Versuche von Hultmann und Bagge laut Mitteilungen von Engström (1) bestätigt wird, kann es sich bei diesem Apparat, der gewissermaßen einen Kühler ohne Kühlwasser vorstellt, um eine beträchtliche Erniedrigung der Temperatur nicht handeln, während die Lüftung in erster Linie zur Geltung kommt und nebenbei infolge der bedeutenden Oberflächenvergrößerung der Milch auch eine Abkühlung in bescheidenem Grade mit sich bringt. Beim Durchlüftungsapparat von Hansen und Schröder, der speziell für Rahm, aber auch für Milch und andere Flüssigkeiten verwendet werden soll, handelt es sich um einen Kühler, der neben seinem ursprünglichen Zweck auch eine besonders gründliche und vom Standpunkt der Reinlichkeit einwandfreie Lüftung gewährleisten soll. Im Innern des Kühlers wird mittels durchlöcherter Platte und Wasserzufluß ein Rieselregen gebildet, durch den die zur Lüftung dienende Luft hindurchtreten muß, um so gereinigt zu werden. Die gereinigte Luft strömt in den Durchlüftungsraum, wo sie dem Rahm begegnet und diesen durchdringen muß, um ins Freie zu gelangen. Um diesen Apparat neben anderen hat es sich bei den auf S. 262 erwähnten Butterungsversuchen mit ungünstigem Ausgang gehandelt, über welche das Dänische Versuchslaboratorium berichtet hat.

Abgesehen von jenen Bestrebungen, welche die Einführung einer gründlichen Milchauslüftung, womöglich mit besonderen Vorrichtungen, in den modernen Molkereibetrieb zum Ziele haben, ist schließlich daran zu erinnern, daß in den weitesten Kreisen der Milchwirte die Ansicht besteht, daß frisch gemolkene Milch von der Luft nicht abgeschlossen werden darf, ohne in ihrer Beschaffenheit Schaden zu erleiden. Es ist auch begreiflich, daß z. B. in einem mit warmer Milch gefüllten Kessel, der mehr oder weniger dicht verschlossen wird, die während des Melkens aus der Stalluft aufgenommenen unreinen Dünste nicht entweichen können und sich dann beim Oeffnen doppelt unangenehm bemerkbar machen müssen. Wenn aber solche Milch schneller sauer wird („erstickt“) als eine der frischen Außenluft ausgesetzte, so dürfte dafür weniger der Luftmangel an sich, als die im verschlossenen Gefäß länger andauernde hohe Temperatur verantwortlich zu machen sein.

Immerhin darf unter Berücksichtigung der in diesem Paragraphen gemachten Ausführungen es als feststehend gelten, daß das Auslüften der Milch im allgemeinen auf diese einen vorteilhaften Einfluß hat. Wenn praktische Erfahrungen und wissenschaftliche Untersuchungen 5 die Lüftungsfrage weiter abklären können, so wird es sich bei den betreffenden Bemühungen weniger um die Entscheidung handeln, ob gelüftet werden soll oder nicht, als darum, ob vielleicht bei einer allzu weit getriebenen Lüftung neben den Vorteilen auch Nachteile auftreten, die auf einer ungünstigen Beeinflussung des Bakterienlebens durch die 10 reichliche Sauerstoffzufuhr beruhen.

§ 71. Chemische Konservierungsmittel.

Die Bestrebungen, der Milch durch Zusatz gewisser chemischer Substanzen eine erhöhte Haltbarkeit zu verleihen, reichen in eine Zeit zurück, in welcher bei der Auswahl der betreffenden Substanzen weniger 15 ihre besondere Eignung für den genannten Zweck, als wirkliche oder vermeintliche, zumeist bei Konservierung anderer Lebensmittel erworbene, gute Erfahrungen ausschlaggebend waren. Bei diesen Zusätzen hat es sich ursprünglich ausschließlich um Milch, die für Genußzwecke bestimmt war, gehandelt, und erst in neuerer Zeit, namentlich seit Einführung 20 einer geregelten Milchuntersuchung im Dienste der Bezahlung nach Fettgehalt, sind die Methoden der chemischen Konservierung in großem Umfange auf Milch angewendet worden, welche lediglich zum Zweck der späteren chemischen Untersuchung aufbewahrt werden soll. Entsprechend diesen verschiedenen Richtungen hinsichtlich des bei der Kon- 25 servierung verfolgten Zieles soll im folgenden die Konservierung der Genußmilch einerseits und die Konservierung der Untersuchungsmilch andererseits getrennte Behandlung erfahren.

Die von Milchhändlern und in Haushaltungen verwendeten chemischen Konservierungsmittel sind meistens Soda, doppeltkohlen- 30 saures Natron und Borpräparate. Aus letzteren, sowie aus Formaldehyd enthaltenden Gemischen scheinen auch die verschiedenen unter wohlklingender Bezeichnung in den Handel gebrachten und zur Konservierung der Milch und anderer Lebensmittel angepriesenen Mittel zu bestehen. Was die alkalisch reagierenden Salze betrifft, so ist klar, 35 daß sie weniger durch unmittelbare Hemmung der Bakterienentwicklung als durch Bindung der entstehenden freien Milchsäure wirken und so die Ausfällung des Caseins für eine gewisse Zeit hinausschieben können. Die bezüglich ihrer gesundheitsschädlichen Wirkungen viel umstrittenen Borpräparate erwiesen sich nach Untersuchungen von A. D. F. Richter (1) 40 gegenüber den Milchbakterien nur in sehr geringem Grade schädigend; bei kurzer Dauer der Einwirkung schien sich sogar ein die Entwicklung anregender Einfluß geltend zu machen. Andererseits ist durch A. Weitzel (1) festgestellt worden, daß Borax schon in sehr geringen Konzentrationen (0,01—0,04 Proz.) die Labgerinnung der Milch in er- 45 heblichem Grade hemmt und bei Zusätzen, die praktisch in Frage kommen (1 g Salz auf 1 Liter Milch) ganz unmöglich macht. Unter anderen bei dieser Gelegenheit nach gleicher Richtung hin geprüften Konservierungsmitteln hat sich der Formaldehyd als ein Stoff ausgezeichnet, der auf das Labenzym besonders stark schädigend wirkt 50 und diesem gegenüber als eigentliches Gift betrachtet werden muß.

Seltener als die bisher genannten Konservierungsmittel werden einige andere, wie z. B. Salicylsäure und Benzoesäure, als Zusatz zur Milch gebraucht. Ueber einen Fall der Anwendung letzterer berichtet F. M. Horn (1). Sogar Kaliumbichromat soll zufolge Denigès (1) als Konservierungsmittel für Marktmilch verwendet worden sein, ein Vorgehen, das sich offenbar aus der Verwendung dieses Salzes zur Milchkonservierung für Untersuchungszwecke herleitet und nur auf gänzlicher Unkenntnis seiner giftigen Eigenschaft beruhen kann.

Während die bisher besprochenen Konservierungsmittel, abgesehen davon, daß deren Verwendung vom hygienischen Standpunkt aus mehr oder weniger anfechtbar ist, ihren Zweck in technischer Beziehung gar nicht oder doch in sehr unvollkommener Weise erreichen, ist in neuerer Zeit ein mehr für den milchtechnischen Großbetrieb geeignetes Verfahren ausgearbeitet worden, das in genannter Beziehung entschieden leistungsfähiger ist, nämlich die von dem dänischen Ingenieur Budde (1) eingeführte Behandlung der Milch mit Wasserstoffsuperoxyd. Es handelt sich dabei um die Anwendung eines gemischten Sterilisierungsverfahrens, indem die keimvernichtende Kraft des chemischen Zusatzes in beträchtlichem Grade durch die gleichzeitige Einwirkung einer wenn auch gelinden Wärme unterstützt und gehoben wird. Die Milch wird auf die betreffende Temperatur, 50—52° C, vorgewärmt, dann mit 0,036 Proz. Wasserstoffsuperoxyd versetzt, gut gemischt und etwa 3 Stunden auf dem genannten Wärmegrad gehalten. Nachher erfolgt Abkühlung und Aufbewahrung bei gewöhnlicher Temperatur. So behandelte Milch soll sich mindestens einen Monat lang halten und in vielen Fällen überhaupt keimfrei sein. Von verschiedener Seite vorgenommene Nachprüfungen der Budde'schen Angaben haben zu weniger günstigen Ergebnissen geführt; so fanden u. a. H. Chick (1), A. Rosam (1) und P. Gordan (1), daß im allgemeinen viel größere Mengen des Konservierungsmittels notwendig seien, um den von Budde bei Anwendung seines Verfahrens behaupteten Grad der Haltbarkeit der Milch zu erreichen. Doch scheint, wie aus einer Arbeit von M. Lukin (1) deutlich hervorgeht, die Art der Versuchsanstellung, im besonderen das Arbeiten mit nicht neutralisiertem, salzsäurehaltigem Wasserstoffsuperoxyd, bei den ungünstigen Ergebnissen obiger Autoren eine wichtige Rolle gespielt zu haben. Lukin kann in der Tat auf Grund seiner eigenen Versuche bestätigen, daß eine unter den von Budde angegebenen Verhältnissen behandelte Milch eine weitgehende, oft bis zur völligen Sterilisation führende Entkeimung zeigt. Als geradezu überraschend muß der Befund Lukin's bezeichnet werden, daß nicht nur die vegetativen Zustände harmloser und krankheitserregender Bakterien sondern auch die so außerordentlich widerstandsfähigen Sporen von Vertretern der Heubazillengruppe durch die Budde'sche Milchbehandlung vernichtet werden. Wenn diese Erfolge das Verfahren als für die Frage der Milchkonservierung mindestens sehr bemerkenswert erscheinen lassen, so haften ihm andererseits doch verschiedene Mängel an, vor allem der Umstand, daß ein kleiner, bei dem Keimvernichtungsvorgang nicht in Wasser und Sauerstoff zerfallener Rest des Konservierungsmittels, mit dessen Nachweis sich u. a. eine Mitteilung von Utz (1) befaßt, in der Milch verbleibt und ihr einen allerdings nicht auffallenden unangenehmen Beigeschmack verleiht. Giftig scheint das per os eingenommene Wasserstoffsuperoxyd auf den tierischen bezw. menschlichen Organismus nicht zu wirken. H. de Waele, Sugg und Vandevelde (1) haben vor-

geschlagen, den nach erfolgter Buddisierung verbleibenden Ueberschuß von Wasserstoffsuperoxyd durch Zusatz von geringen Mengen defibrinierten Blutes zu beseitigen, das infolge seines bedeutenden Gehaltes an katalytisch wirksamen Stoffen eine Spaltung des Konservierungsmittels in 5 Wasser und Sauerstoff bewirkt; doch heißt das nur, an die Stelle eines der Milch fremden Bestandteiles einen anderen, schwer vor Keimzutritt zu bewahrenden setzen. Als weiteres Hemmnis, das der Anwendung des Verfahrens im Wege steht, ist der hohe Preis des reinen Wasserstoffsuperoxyds einerseits und die unzuverlässige Beschaffenheit der billigeren, 10 „technischen“ Produkte, die mehr oder weniger mit zum Teil schädlichen Nebenbestandteilen verunreinigt sind.

Was die Wirkungsweise des Wasserstoffsuperoxyds betrifft, so beruht sie jedenfalls auf einer Aktivierung des sich abspaltenden Sauerstoffes. Ob nun diese Abspaltung als Wirkung der Milchkatalase oder 15 als Reaktion bei Berührung des Konservierungsmittels mit der lebenden Bakterienzelle erfolgt, darüber sind die Ansichten noch nicht abgeklärt. Wahrscheinlich liegen die Verhältnisse so, daß nur jener Sauerstoff, welcher durch das katalytische Vermögen der Bakterien abgespalten wird, diese schädigt, während die durch gelöste Enzyme wie die Milch- 20 katalase abgespaltenen Mengen vom Standpunkte der Entwicklungshemmung nicht in Betracht kommen, sondern im Gegenteil als entsprechender Ausdruck für die Unwirksammachung eines gewissen Teiles des Konservierungsmittels aufzufassen sind. In diesem Sinne wären die Versuche von Eichholz (1) zu deuten, welcher beobachtete, daß bei 25 einem bestimmten Gehalt an Wasserstoffsuperoxyd die Milch um so schneller sich zersetzte, je größer die absichtlich zugesetzte Menge katalysierender Substanzen war.

Daß die Aktivität des in Form von Ozon vorhandenen Sauerstoffs nicht jener kräftigen Wirkung gleichzustellen ist, welche der Sauerstoff 30 des Wasserstoffsuperoxyds im Augenblick der Abspaltung auf die Gärungsorganismen äußert, lehren die Versuche von W. Sigmund (1), aus welchen hervorgeht, daß das Ozon den Gerinnungsprozeß der Milch in so geringem Grade verlangsamt, daß eine Ozonisierung für die Zwecke der Milchkonservierung kaum in Betracht kommen kann, wobei noch 35 zu berücksichtigen ist, daß eine stärkere Ozonisierung die chemische Zusammensetzung der Milch verändert. In diesem Lichte scheinen die Vorschläge und Verfahren, welchen die Verwendung von Ozon für die Milchsterilisierung zugrunde liegt, wie z. B. das Gersabeck'sche (Patent Dorn) (1), zum vornherein wenig Aussicht auf Erfolg zu haben. Noch 40 weniger ist die Behandlung der Milch mit komprimiertem Sauerstoff, ein von H. d. Lavallée (1) vorgeschlagenes Verfahren, geeignet, durch Abtötung der Milchbakterien ein haltbares Produkt zu liefern, denn nach den in Pfeffer's Laboratorium angestellten Versuchen von Th. Porodko (1) sind es gerade die in der Milch eine so wichtige Rolle 45 spielenden fakultativ anaeroben Bakterienarten, welche außerordentlich hohe Sauerstoffspannungen (5—10 Atm.) ertragen, ohne in der Lebenstätigkeit beeinträchtigt zu werden.

Wenn bei der Behandlung der Milch mit Wasserstoffsuperoxyd nicht nur die zu erzielende Verlängerung der Haltbarkeit sondern auch die 50 Befreiung der Milch von krankmachenden Mikroorganismen ins Auge zu fassen ist, so tritt bei der Behandlung der Milch mit Formaldehyd der hygienische Zweck noch viel mehr in den Vordergrund. Dieses Mittel in Form einer ca. 40-proz. wässrigen Lösung, die im Handel unter

dem Namen Formalin erhältlich ist, wurde durch E. von Behring (1) auf Grund der systematischen Prüfung einer großen Reihe chemischer Konservierungsmittel als einzig in Betracht fallend bezeichnet, wenn es sich darum handelt, die Milch für einige Zeit vor Zersetzung zu schützen, ohne ihre für die Ernährung jugendlicher Individuen so wertvollen Eigenschaften zu beeinträchtigen. Nach Behring handelt es sich bei der Bewertung eines Milchkonservierungsmittels vornehmlich um die Frage, ob gewisse natürliche Schutzstoffe, wie z. B. jene, auf deren Anwesenheit die baktericide Fähigkeit der Milch beruht, sodann auch die spezifischen Immun- oder Antikörper, die nicht nur im Blut sondern auch in der Milch gegen bestimmte Krankheiten immunisierter Tiere sich finden, durch den betreffenden konservierenden Zusatz nicht geschädigt werden. Weil das Formalin bei Anwendung von Konzentrationen, die eine für praktische Zwecke genügende Haltbarkeit der Milch im Gefolge haben, der genannten Forderung entspricht, und weil es bei den verschiedensten Arten der Einverleibung in den tierischen Organismus sogar in einer Verdünnung von 1 : 500 sich anscheinend unschädlich erwies, hat es Behring als Milchkonservierungsmittel in den Dienst seiner Bestrebungen auf dem Gebiet der Tuberkulosebekämpfung gestellt. Eine Erörterung der mannigfachen diesbezüglichen Fragen, im besonderen derjenigen über die Zulässigkeit von Formalinmilch zur Säuglingsernährung fällt nicht in den Bereich eines Handbuches der Technischen Mykologie. An dieser Stelle seien nur noch einige mit der Anwendung von Formalin zur Milchkonservierung im Zusammenhang stehende Angaben gemacht, die von allgemein mykologischem Interesse sind.

Ueber die entwicklungshemmende Wirkung des Formaldehyds gegenüber Bakterien sind schon im 21. Kapitel des Ersten Bandes einige Angaben gemacht worden. Bei Zusatz von Formalin zu Milch im Verhältnisse von 1 : 10000 soll nach Behring (1) die Gerinnung um einige Tage, bei 1 : 5000 sogar um 5—6 Tage hinausgeschoben werden. F. M. Price (1), L. Schaps (1) und andere Versuchsansteller sind zu ähnlichen Ergebnissen gelangt. Kolle (1) hat gefunden, daß ein Formaldehydzusatz von 1 : 25000 und 1 : 40000 Milch auf 1—4 Tage zu konservieren vermag, und zwar um so länger, je keimärmer von vornherein die Milch ist. Aber die Konservierung der Milch in einem, dem frischen äußerlich sehr ähnlichen Zustande erfolgt unter einer mehr oder minder starken Vermehrung von Milchbakterien, die nicht zu den kräftigen Säurebildnern gehören. Es scheint, daß gerade die letzteren durch den Formaldehydzusatz mehr als andere Arten beeinflußt werden.

Zu der wichtigen Frage, ob eine mit Formalin konservierte Milch sich für die Verarbeitung auf Molkereiprodukte eigne, hat Wacker (1) einen Beitrag geliefert, indem er von 10000 Liter Milch einer Molkerei die Hälfte mit Formalin im Verhältnis von 1 : 10000 versetzte und dann die so behandelte wie die nicht mit Formalin versetzte Milch auf Limburgerkäse verarbeitete. Während die von dem Konservierungsmittel freie Milch ein normales Produkt lieferte, war die Beschaffenheit des Teiges beim Käse, der aus Formalinmilch bereitet war, eine so fehlerhafte, daß die Ware als unverkäuflich bezeichnet werden mußte. Sehr wahrscheinlich war dieses ungünstige Ergebnis nicht nur auf die Unterdrückung der Reifungsbakterien durch das Formalin, sondern auch auf die mangelhafte Gerinnung der Milch beim Laben zurückzuführen, die nach E. Löwenstein (1), in Uebereinstimmung mit A. Weitzel (1), eine Folge der Formalinanwendung ist.

Die leichte Beschaffung und Anwendungsweise, wie der niedrige Preis des Formalins haben es mit sich gebracht, daß dieses Konservierungsmittel da und dort in Milchhändlerkreisen sich Eingang verschaffen konnte, obwohl an den meisten Orten die Verwendung solcher
5 und ähnlicher Mittel verboten ist. Nach den im Deutschen Reichsgesundheitsamte vorgenommenen Untersuchungen enthält das Konservierungsmittel „Sterisol" 2,5 Proz. Formaldehyd, und in Hamburg ist nach K. FARNSTEINER (1) schon vor mehreren Jahren unter dem Namen „Bonavin" eine 1—4-proz. Formalinlösung von den Milchhändlern be-
10 nützt worden, um die Gerinnung der Milch zu unterdrücken. Angaben über den Nachweis von Formalin in der Milch sind bei FARNSTEINER (1) sowie bei EICHHOLZ (2) zu finden. —

Bei Milchproben, welche zum Zweck der späteren chemischen Untersuchung aufbewahrt oder bei der Versendung an eine entlegene Unter-
15 suchungsstelle vor Zersetzung geschützt werden sollen, treten bezüglich der Konservierung andere Gesichtspunkte als die für Genußmilch geltenden in den Vordergrund. Für jenen Zweck handelt es sich bei der Beurteilung eines Konservierungsmittels einerseits um die Frage, ob es imstande ist, eine Haltbarkeit der Milch im gewünschten Grade zu er-
20 zielen, andererseits darum, ob der hierfür notwendige Zusatz zur Milch die Ergebnisse der später vorzunehmenden chemischen Analyse beeinträchtigen kann. Bei einer vergleichenden Prüfung von Substanzen, welche für diese Art der Milchkonservierung vorgeschlagen worden waren, haben J. NEUMANN (1) und M. KÜHN (1) dem Kaliumbichromat
25 den Vorzug gegeben. Dieses, für den genannten Zweck zuerst von J. E. ALÉN verwendete Salz soll in der Menge von 0,5 g genügen, um eine Milchprobe von 250—500 g für eine längere Reihe von Tagen vor Zersetzung zu schützen. Allerdings wird dabei, wie auch aus neueren Untersuchungen von M. SIEGFELD (1) hervorgeht, die Bakterientätigkeit
30 nicht vollständig unterdrückt, und diese macht sich um so eher bemerkbar, je weniger frisch die Milch zur Zeit der Versetzung mit dem Konservierungsmittel war. Ein weiterer Uebelstand ist darin zu erblicken, daß eine vollständige Analyse einer mit Kaliumbichromat konservierten Milch nicht möglich ist, indem z. B. das spezifische Gewicht
35 und die Trockensubstanz stark beeinflußt werden; ja, nach A. HESSE (1) wird auch die Fettbestimmung nach GERBER unzuverlässig, wenn man mit dem Zusatz des Salzes über die oben angegebene Grenze hinausgeht. Eine ebenfalls nur beschränkte Anwendungsfähigkeit kommt dem schwefelsauren Kupferoxydammoniak zu, über welches
40 J. KLEIN (1) und A. HESSE (1) Mitteilungen machten. Es ist daher begreiflich, daß man im Bestreben nach Auffindung eines möglichst vielseitigen Anforderungen entsprechenden Konservierungsmittels das durch seine hervorragende bakterienvernichtende Kraft ausgezeichnete Formalin in den Bereich der Versuche zog, wobei recht günstige Er-
45 gebnisse gewonnen wurden. J. KLEIN (1) hat z. B. festgestellt, daß der geringe Zusatz von 0,05 Proz. Formalin sich für alle Fälle als ausreichend erwies und daß nicht nur die Ergebnisse der Fettbestimmung nach den verschiedenen Verfahren durch den Zusatz nicht beeinträchtigt wurden, sondern daß solche Milch auch die Feststellung des spezifischen
50 Gewichtes, der Asche usw. erlaubt. A. HESSE (1) hat bestätigt, daß durch Zusatz eines Tropfens Formalin zu 100 ccm Milch, was ungefähr der von KLEIN angegebenen Konzentration entspricht, eine Haltbarkeit von mehreren Tagen erreicht wird. Durch größere Zusätze wird die

Zeit, während welcher die Milch scheinbar unverändert bleibt, entsprechend verlängert, doch sollte man niemals über 4 Tropfen Formalin pro 100 ccm Milch hinausgehen, wenn man die Zuverlässigkeit der Analysenergebnisse nicht gefährden will. M. SIEGFELD (1) empfiehlt sogar, mit dem Zusatz nicht über 2 Tropfen (Gemisch des käuflichen Formalins mit gleichem Volumen Wasser) hinauszugehen, weil diese Menge genüge, um selbst bei weit vorgeschrittener Säuerung die Gerinnung im Durchschnitt 2—3 Wochen hintanzuhalten. In der betreffenden Mitteilung macht dieser Autor auch darauf aufmerksam, daß durch den Zusatz des Formalins zur Milch der Säuregrad der letzteren stärker erhöht wird, als man mit Rücksicht auf den dem Formalin eigenen Säuregrad erwarten sollte, eine Erscheinung, die noch der näheren Aufklärung bedarf und vielleicht auf dem Freiwerden säurebildender Enzyme aus den bei der Konservierung absterbenden Bakterienzellen beruht.

Literatur

zum Kapitel Unterdrückung der Vermehrung der Bakterienflora der Milch durch Kühlen etc.

*Appel, O., (1) Milchztg., 1899, Bd. 28, S. 259. ***Barthel,** Chr., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 417. ***Basenau,** Fr., (1) Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 23, S. 44. ***Bean,** (1) College Reports (Guelph, Ontario), 1898—1901; cit. n. Marshall (1). ***Behring,** E. **von,** (1) Molkereiztg., 1904, Bd. 14, Nr. 4 u. 5. ***Bischoff,** (1) Arch. f. Hyg., 1903, Bd. 47, S. 68. ***Bøggild,** (1) Milchztg., 1895, Bd. 24, S. 92. ***Braun,** D., (1) Milchztg., 1890, Bd. 19, S. 935. ***Budde,** G., (1) Ref. in Milchztg., 1904, Bd. 33, S. 359. ***Chick,** H. (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 705. ***Conn,** H. W., und **Esten,** W. M., (1) Agric. Exp. Stat. Storrs Conn., 1904, 16. Jahresb.; ref. in Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 314. *Dänisches Versuchslaboratorium, (1) Ref. in Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 229; 1905, Bd. 34, S. 425. ***Denigès,** (1) Revue intern. des falsif., 1896, Bd. 9, S. 36; ref. in Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 491. ***Eichholz,** (1) Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 500. — (2) Ebenda, S. 499. ***Engström,** (1) Ref. in Milchztg., 1897, Bd. 26, S. 555. ***Farnsteiner,** K., (1) Forschungsber. ü. Lebensmittel u. ihre Bezieh. z. Hygiene etc., 1896, Bd. 3, S. 363. ***Forster,** J., (1) Centralbl. f. Bakt., 1887, Bd. 2, S. 337. ***Gersabeck,** (1) Molkereiztg., 1905, Nr. 16. ***Gordan,** P., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 13, S. 716. ***Hansen** und **Schröder,** (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 292. ***Helm,** W., (1) Milchztg., 1904, Bd. 33, S. 193. ***Hesse,** A., (1) Molkereiztg., 1904, Bd. 14, Nr. 50 u. 51. ***Hittcher,** (1) Korresp. d. deutsch. milchw. Vereins, Nr. 63; ref. in Milchztg., 1902, Bd. 31, S. 292. ***Horn,** F. M., (1) Zeitschr. f. d. chem. Ind., 1887, S. 239. ***Hunziker,** O. F., (1) Cornell Min. Agric. Exp. Stat., Bull. Nr. 197; ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 874. ***Kelch,** H., (1) Milchztg., 1890, Bd. 19, Nr. 32. ***Kirchner,** W., (1) Handb. d. Milchwirtschaft, 4. Aufl., S. 96. ***Klein,** J., (1) Milchztg., 1904, Bd. 33, S. 98. — (2) Ebenda, 1896, Bd. 25, S. 745. ***Klein** und **Kirsten,** (1) Milchztg., 1902, Bd. 31, S. 321. ***Kolle,** (1) Milchhygien. Untersuchungen. Jena 1904. ***Koning,** (1) Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 49. — (2) Ebenda, S. 289. ***Kühn,** M., (1) Der Landwirt, 1894, Bd. 30, S. 239; ref. in Chem. Centralbl., 1894, Bd. II, S. 460. ***Lavallée,** H. **de,** (1) Z. f. Hyg., 1905, Bd. 48, S. 234. ***Löwenstein,** E., (1) Z. f. Hyg., 1905, Bd. 48, S. 238. ***Lukin,** Mstislaw, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 15, S. 20. ***Marshall,** Ch. E., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 313. ***Neumann,** J., (1) Milchztg., 1893, Bd. 22, S. 453. ***Peter,** A., (1) Schweiz. Milchztg., 1900, Nr. 40 u. f. ***Plaut,** (1) Cit. n. Koning (1). ***Porodko,** Th., (1) Jahrb. wiss. Bot., 1904, Bd. 41, S. 1. ***Price,** T. M., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 65. ***Richter,** Albrecht D. F., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 43, S. 151. ***Rosam,** A., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 739. ***Schaps,** L., (1) Z. f. Hyg., 1905, Bd. 50, S. 247. ***Siegfeld,** M., (1) Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 488. ***Sigmund,** W., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 400. ***Smith,** Erwin F., und **Swingle,** Deane B., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1905, Bd. 37, Ref., S. 357. ***Soxhlet,** (1) Münch. med. Wochenschr., 1886, Nr. 15 u. 16. ***Stocking,** W. A., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1903, Bd. 33, Ref., S. 275. ***Utz,** (1) Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 175. ***Vieth,** P., (1) Milchztg., 1902, Bd. 31, S. 578. ***Wacker,** (1) Ref. in Molkereiztg., 1904, Bd. 14, S. 498. ***Waele,** H. **de, Sugg,** E., und **Vandevelde,** A. J. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 13, S. 1330. ***Weigmann,** H., (1) Arb. d. Versuchstation f. Molkereiw. Kiel, 1903, Heft 3, S. 60. ***Weitzel,** A., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1903, Bd. 19, S. 126.

(Manuskript-Einlauf: 28. Mai 1906.)

16. Kapitel.

Beseitigung der in der Milch vorhandenen Bakterien durch Erhitzen.

Von Prof. Dr. R. Burri.

§ 72. Grundlegende Erörterungen.

Eine Besprechung der Maßnahmen, welche das in der Kapitelüberschrift angegebene Ziel verfolgen, muß die Kenntnis der wichtigsten Tatsachen bezüglich der Bedeutung der Wärme für die Förderung wie 5 auch für die Hemmung und Vernichtung des Bakterienlebens zur Voraussetzung haben. In dieser Richtung orientierende Angaben sind an verschiedenen Stellen dieses Handbuches zu finden, so im § 25 des I. Bandes, wo hervorgehoben ist, in wie verschiedener Höhe die sogen. Kardinalpunkte der Temperatur bei den einzelnen Bakterienarten liegen. 10 Wärmegrade, bei denen eine bestimmte Art sich üppig vermehrt, bedeuten für eine andere Art Stillstand jeglicher Entwicklung, unter Umständen den Tod. Besonders bemerkenswert in dieser Beziehung ist die Gruppe der Thermophilen, deren Vertreter bei 50—70° C gedeihen, und über welche auf S. 448 des I. Bandes ausführliche Angaben zu 15 finden sind. Unter den Orten des Vorkommens solcher an hohe Temperaturen angepaßter Kleinwesen ist dort auch die Milch erwähnt. Bei der Abtötung der Bakterien durch Wärme ist zwischen vegetativen Formen und Dauerformen oder Sporen wohl zu unterscheiden. Während bei den ersteren im allgemeinen eine Temperatur, welche nur wenig 20 über dem Wachstumsmaximum liegt, schon nach verhältnismäßig kurzer Einwirkung zum Tode der Zelle führt, vermögen die Sporen je nach der Bakterienart, der sie angehören, in verschiedenem Grade einer verhältnismäßig viel stärkeren Wärmewirkung gegenüber Widerstand zu leisten. So findet sich auf S. 116 des I. Bandes die Angabe, daß unter den von 25 Flügge (1) aus Milch isolierten Bakterien sich solche befanden, welche Sporen bildeten, die ein durch 4 Stunden dauerndes Auskochen ertrugen.

Die Vernichtung der Milchbakterien mit Hilfe von Wärme kann aus zweierlei Gründen angestrebt werden. Einmal ist es die verlängerte Haltbarkeit der Milch, die als Folge einer solchen Behandlung einen 30 wirtschaftlich schätzenswerten Vorteil mit sich bringt. Sodann bietet sich in der Erhitzung der Milch ein bequemes Mittel, um allfällig in dieser enthaltene Krankheitskeime abzutöten. Ursprünglich kam von den beiden Zielen wohl einzig und allein das erstgenannte in Betracht, während sich das zweite in dem Maße, als sich unsere Kenntnisse von 35 der Bedeutung der Mikroorganismen als Krankheitserreger und der Milch als Krankheitsüberträger entwickelten, nach und nach Geltung verschaffte und heute im Vordergrunde des Interesses steht.

Unter Hinweis auf die Ausführungen in den vorhergehenden Abschnitten dieses Bandes kann man die Gesamtheit der in der Milch 40 regelmäßig oder mehr gelegentlich auftretenden Bakterien auf folgende Gruppen verteilen:

1. Indifferente Arten. Diese bilden in der Regel den Hauptteil der Flora einer besonders sorgfältig gemolkenen Milch; sie setzen sich vorwiegend aus Kokken, zum Teil auch aus nichtsporenbildenden Stäbchenarten zusammen, welche die Milch während längerer Zeit unverändert lassen. 5

2. Nicht gasbildende Milchsäurebakterien vom Typus *Streptococcus lacticus* Kruse. In frischer Milch sind diese spärlich enthalten; sie vermehren sich aber nach kurzer Zeit mehr als alle anderen und sind als Hauptursache der spontanen Milchgerinnung zu betrachten.

3. Gasbildende Milchsäurebakterien vom Typus *Bacillus aerogenes* Kruse. Sie sind bei der Säuerung der Milch mehr oder weniger beteiligt, namentlich dann, wenn diese bei verhältnismäßig hoher Temperatur erfolgt (vergl. § 19—21). 10

4. Milchfehler verursachende Arten. Sie sind zum Teil identisch mit Vertretern der vorigen Gruppe, zum Teil gehören hieher andere, nur gelegentlich in größerer Anzahl in der Milch auftretende, meist nicht sporentragende Arten (vergl. d. 11. Kap.). 15

5. Aerobe Sporenbildner, sogen. Heu- und Kartoffelbazillen, ausgezeichnet durch die Zählebigkeit ihrer Sporen. Diese letzteren werden meist durch Streue- und Futterstaub, aber auch durch Kuhkot in die Milch verschleppt. 20

6. Anaerobe und fakultativ anaerobe Sporenbildner. Unter den ersteren finden sich ausgesprochene Buttersäurebildner ebenso wie ausgesprochene Fäulniserreger, während die letzteren die Milch in weniger tiefgreifender Weise, meist unter Bildung angenehm riechender, esterartiger Stoffe zersetzen. In die Milch gelangen diese Arten wohl auf die gleiche Weise wie die Vertreter der vorigen Gruppe. 25

7. Pathogene Arten, d. h. solche, die bei Mensch oder Tier Krankheiten erzeugen können.

Ein Blick auf diese lediglich nach Zweckmäßigkeitsgründen vorgenommene Gruppierung läßt uns sofort erkennen, daß bei einer Erhitzung der Milch unter Voranstellung des Zweckes der Haltbarmachung ein sehr bedeutender Wärmeaufwand in Frage kommen muß, wenn alle in der Milch vorhandenen Keime abgetötet werden sollen. Unter diesen befindet sich nämlich in jeder auf übliche Weise gemolkenen Milch eine gewisse Zahl von Vertretern der oben erwähnten 5. und 6. Gruppe, und was in diesem Fall von besonderer Bedeutung ist, die betreffenden Arten gelangen fast ausschließlich in Form der gegen Hitze so außerordentlich widerstandsfähigen Sporen in die Milch. Um die Milch unter bloßer Anwendung von Wärme in den Zustand einer auf beliebige Zeit haltbar gemachten Dauerware überzuführen, bleibt also nichts anderes übrig, als sie Hitzegraden auszusetzen, bei welchen jene Sporen vernichtet werden, oder man behilft sich, unter Vermeidung der starken Erwärmung, durch mehrmaliges Erhitzen bei niedrigeren Temperaturen nach dem Prinzip der diskontinuierlichen Sterilisation. Ueber die mangelhafte Zuverlässigkeit der letzteren ist der § 119 und über die ebenfalls das vorliegende Thema der Milcherhitzung berührende Sterilisation durch feuchte Wärme überhaupt der § 118 des 21. Kapitels des I. Bandes nachzusehen. 30 35 40 45

Anders liegen die Verhältnisse, wenn es sich bei der Erhitzung weniger um eine Haltbarmachung als um eine Unschädlichmachung bezw. um eine Befreiung der Milch von vielleicht in ihr vorhandenen pathogenen Keimen handelt. Selbstverständlich ist dieses hygienische Ziel in dem Augenblick erreicht, in welchem durch eine entsprechende Wärmebehand- 50

lung die widerstandsfähigsten Sporen gewisser Saprophyten vernichtet sind. Die Frage ist aber, ob lediglich zur Erreichung des gedachten Zieles eine so starke Wärmeeinwirkung notwendig ist, oder ob dasselbe durch eine gelindere, die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Milch mehr schonende Erhitzung erlangt werden kann. Diese Frage ist unbedingt zu bejahen, denn die pathogenen Bakterien, welche etwa durch den Genuß von Milch auf Menschen oder Tiere übertragen werden könnten, sind fast alle Nichtsporenbildner, und das Vorkommen von Sporen krankheitserregender Arten in der Milch dürfte ein so seltenes sein, daß eine Berücksichtigung dieser Möglichkeit bei der vorliegenden Erörterung bei Seite gelassen werden kann. Unter den nichtsporenbildenden Krankheitserregern, welche durch die Erhitzung der Milch abgetötet werden sollen, steht bezüglich der Widerstandsfähigkeit gegenüber Wärme der Tuberkelbazillus obenan, und nach diesem wird man sich also zu richten haben, wenn man den für die ganze Gruppe der krankmachenden Bakterien zur Abtötung hinreichenden Erwärmungsgrad ausfindig machen will. Diesbezügliche Bemühungen haben nicht immer zu übereinstimmenden Ergebnissen geführt, was wohl begreiflich ist, wenn man die große Zahl von Faktoren in Erwägung zieht, welche auf den Verlauf und die Deutung solcher Versuche von Einfluß sind. Erinnert sei nur an die Verschiedenartigkeit des Testmaterials (Tuberkelbazillen als Aufschwemmung einer Reinkultur, Tuberkelbazillen in Form zerriebenen Sputums, Tuberkelbazillen, wie sie die Milch eutertuberkulöser Kühe enthält), an die Art und Weise der Zerteilung des Infektionsmaterials in der Milch, je nachdem diese während der Erwärmung in Bewegung oder in Ruhe war, das bei der Prüfung der erhitzten Milch auf die Anwesenheit noch lebender Tuberkelbazillen benutzte Verfahren usw. Aus den Befunden vieler Autoren, von denen hier beispielsweise BITTER (1), SMITH (1), MORGENROTH (1), HESSE (1), RULLMANN (1) erwähnt seien, geht hervor, daß der fragliche Zweck schon bei einer Erhitzung der Milch auf Temperaturen weit unter 100° C erreicht werden kann, wobei allerdings die Grenze um so höher zu rücken ist, je kürzere Zeit die Wärme zur Einwirkung gelangt.

Die Erhitzung der Milch in soeben angegebener Weise, wobei selbstverständlich nicht nur die Tuberkelbazillen und mit ihnen alle anderen Krankheitserreger sondern auch die Milchsäurebakterien sowie die meisten indifferenten und die Milch- und Butterfehler erzeugenden Arten abgetötet werden, wird gewöhnlich als *Pasteurisierung* bezeichnet. Der Ausdruck in dieser Anwendung schließt demnach sowohl ein technisches als ein hygienisches Moment in sich.

Im Gegensatz zum Pasteurisieren der Milch, das eine Erhitzung der letzteren auf verhältnismäßig niedrige Wärmegrade bedeutet, steht das *Sterilisieren*, welches seiner Bezeichnung nach eine Vernichtung sämtlicher in der Milch vorhandenen Keime anzustreben hat. Während bei dieser Art der Milcherhitzung nicht nur eine unbeschränkte Haltbarkeit sondern gleichzeitig die Ausschaltung aller Krankheitskeime erreicht wird, ist anderseits in betreff der Pasteurisierung die Frage am Platze, ob mit der Unterdrückung der aus technischen oder hygienischen Gründen zu beseitigenden Mikroorganismen auch eine Erhöhung der Haltbarkeit der Milch verbunden ist. In der Tat ist dies der Fall, doch nur in recht beschränktem Maße, wie aus einigen Angaben des folgenden Paragraphen zu ersehen ist.

Da beim Pasteurisieren nur ein Teil der in der Milch vorhandenen

Keime vernichtet wird, so hängt das Verhalten einer so behandelten und vor weiterem Keimzutritt geschützten Milch wesentlich von jenen Bakterien ab, welche den Erwärmungsprozeß überstanden haben. Das sind in erster Linie die in *Sporenform* vorhandenen Arten und allenfalls auch vegetative Formen aus der Gruppe der *Thermophilen*, ferner gewisse *Nichtsporenbildner*, welche sich im Gegensatz zu den meisten Vertretern ihrer Gruppe eines Widerstandsvermögens erfreuen, das ihnen ermöglicht, ähnlich wie die Sporen die Pasteurisierungstemperatur ohne Schaden zu ertragen. Durch ein scharfes, d. h. ein unter reichlich bemessener Wärmezufuhr erfolgendes Pasteurisieren werden schließlich auch diese Keime tödlich getroffen.

Ueberhaupt hat man sich bei Beurteilung der Wirkung einer Milcherhitzung vor Augen zu halten, daß nach und nach mit erhöhtem Wärmegrad und steigender Einwirkungszeit eine Bakteriengruppe nach der anderen, ja eine Bakterienart nach der anderen ausgeschaltet wird, je nach Maßgabe der Widerstandsfähigkeit ihrer vegetativen oder ihrer Dauerformen. So kommt es, daß eine sehr stark, aber zur Vernichtung aller lebenden Keime noch nicht genügend stark erhitzte Milch nach längerer Aufbewahrung eine Kultur von wenigen Arten oder sogar von nur einer Art, also eine Reinkultur, darstellt. Natürlich kann diese Art bei verschiedenen Proben, je nach der ursprünglichen Milchverunreinigung, nach vorausgegangenen Konkurrenzverhältnissen, Aufbewahrungstemperatur usw. verschieden sein. Für die Bewertung der Zersetzungsvorgänge in pasteurisierter Milch einerseits und in hocherhitzter, aber unvollständig sterilisierter Milch andrerseits ist jedenfalls zu beachten, daß in ersterer im allgemeinen dieselben Sporenbildner wie in letzterer anzutreffen sind, daneben aber noch mehrere Arten, die infolge ihres geringen Widerstandsvermögens in der letzteren fehlen müssen.

Von großer Bedeutung ist für jede nicht bis zur Vernichtung aller Keime erhitzte Milch eine unmittelbar auf den Erhitzungsprozeß folgende gründliche Abkühlung, weil sonst die am Leben gebliebenen Keime bei den für ihre Entwicklung günstigen Wärmegraden, welche bei vernachlässigter Kühlung nur langsam durchlaufen werden, sich vermehren und die Milch in höchst bedenklicher Weise verändern könnten. Aus dem gleichen Grunde ist nicht nur für die pasteurisierte sondern auch für jede angeblich sterilisierte Milch die Vermeidung einer längeren Aufbewahrung, und wo diese letztere nicht umgangen werden kann, eine möglichst niedrige Aufbewahrungstemperatur zu empfehlen.

§ 73. Methodik des Pasteurisierens.

Das im vorigen Paragraphen genauer umschriebene Ziel des Pasteurisierens läßt sich auf verschiedenen Wegen erreichen, und es ist Aufgabe der Technik, diejenigen ausfindig zu machen, welche nicht allein die Vernichtung der Bakterien in gewünschtem Umfange sichern, sondern bei dieser Leistung eine geringste Menge Brennmaterial verbrauchen und überdies die ursprünglichen Eigenschaften der Milch so wenig als möglich verändern. Der letztgenannte Gesichtspunkt, dessen nähere Erörterung im § 75 erfolgen wird, spielt namentlich dann eine hervorragende Rolle, wenn es sich um Erhitzung von Milch handelt, die zum menschlichen Genuß bestimmt ist. Doch wird sich kaum bestreiten lassen, daß es nur mit Vorteilen verbunden sein kann, wenn an dieser

Forderung auch für alle anderen Verwendungsarten der Milch festgehalten wird.

Als einfachstes Verfahren der Milchpasteurisierung kann das von alters her in der Haushaltung übliche Erhitzen der Milch bis zum Aufwallen bezeichnet werden, und die Molkereien haben ursprünglich, wenn es sich um eine mäßige Verlängerung der Haltbarkeit der Milch zur warmen Jahreszeit handelte, ihren Zweck in ähnlicher Weise durch Erhitzen einer größeren Milchmenge im einfachen Kessel erreicht. Die mit Rücksicht auf die Bekämpfung der Rindertuberkulose allmählich sich einbürgernde, zum Teil durch behördliche Erlässe vorgeschriebene Pasteurisierung (s. S. 44) der Molkereinebenprodukte, speziell der Magermilch, hat sodann zur Herstellung besonderer Milchkochapparate, Kälbermilchkocher etc. geführt, die zunächst für einfache Verhältnisse, im besonderen für Wirtschaften ohne Dampfbetrieb berechnet sind. Erwähnt sei hier Ahlborn's (1) Kälbermilchkocher, der anläßlich eines von den Landwirtschaftskammern Ost- und Westpreußens veranstalteten Preisausschreibens mit der ersten Auszeichnung bedacht worden ist. Ueber einen anderen, ähnlichen Zwecken dienenden Apparat hat Hittcher (1) früher einige Mitteilungen gemacht. Ebenfalls auf eine Pasteurisierung mit einfachen Mitteln zielen die von O. Brunner (1) und anderen unternommenen Versuche, mittels Einleiten von Wasserdampf in die Milch diese auf die gewünschte Temperatur zu bringen. Abgesehen von der hierbei erfolgenden Milchverdünnung, über deren Umfang sich neuerdings Bugge (1) Rechenschaft zu geben versuchte, kann das Verfahren auch andere Nachteile im Gefolge haben, auf welche N. Gerber (1) seinerzeit hingewiesen hat.

Die bisher erwähnten mehr primitiven Verfahren haben in den rationell eingerichteten Molkereien der neueren Zeit nicht Fuß fassen können. Der kontinuierliche Zentrifugenbetrieb rief den Wunsch nach kontinuierlich arbeitenden Pasteurisiervorrichtungen wach, und die Technik hat sich beeilt, diesen Grundgedanken in einer großen Anzahl von mehr oder weniger zweckmäßig gebauten Apparaten zu verwirklichen. Auf die Eigentümlichkeiten der verschiedenen Konstruktionstypen einzugehen, kann nicht in der Aufgabe dieses Handbuches liegen. Es sei in dieser Beziehung auf die bekannten Lehrbücher der Milchwirtschaft und vor allem auf die vorzüglichen Zusammenstellungen und Arbeiten Weigmann's (1 u. 2) verwiesen. Alle kontinuierlich wirkenden Pasteurisierapparate, bei denen also die Milch während des Durchströmens die notwendige Erhitzung zu erleiden hat, verfolgen das Ziel, jedes Milchteilchen wenigstens für einen Augenblick einer Temperatur auszusetzen, die für die Abtötung der vegetativen Zustände der schädlichen Bakterien genügen soll. Es ist nun unschwer einzusehen, daß die gleichmäßige Erhitzung sämtlicher Teilchen einer größeren Milchmenge beim Durchströmen des Erhitzungsapparates nicht so leicht und sicher zu bewerkstelligen ist wie etwa die Erwärmung der Milch in einem mit Rührwerk versehenen Kessel auf eine bestimmte Temperatur. Es kommen bei den Apparaten ersterer Art verschiedene Umstände in Betracht, die bei ungenügender Berücksichtigung zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit führen müssen. Und in der Tat schienen die Ergebnisse, welche J. van Geuns (1), A. Lazarus (1) und H. Bitter (1), sowie R. J. Petri und A. Maassen (1) zum Teil anhand von Laboratoriumsversuchen, zum Teil mit Apparaten älteren Systems, bezw. mit einem Modell eines mehr neuzeitlichen Konstruktions-

typus erhalten hatten, die Deutung zuzulassen, daß die in den Molkereien gebräuchlichen kontinuierlich wirkenden Pasteurisierapparate den hygienischen Anforderungen im allgemeinen nicht entsprechen. Bei dieser Sachlage war es ein verdienstvolles Unternehmen H. Weigmann's und seiner Mitarbeiter, die fraglichen Apparate verschiedenster Systeme bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit sowohl in molkereitechnischer als in hygienischer Richtung einer gründlichen vergleichenden Prüfung zu unterziehen. Auf Grund einer kritischen Besprechung der bisherigen einschlägigen Arbeiten führt Weigmann (2) zunächst den Nachweis, daß das aus jenen abgeleitete ungünstige Urteil über die Pasteurisierapparate nicht genügend gestützt sei und nicht verallgemeinert werden dürfe. Die zur Entscheidung der schwebenden Frage durch die Kieler Versuchsstation für Molkereiwesen unternommenen umfassenden Versuche, deren Studium jedem Interessenten angelegentlich empfohlen sei, sind denn auch zugunsten der kontinuierlich wirkenden Apparate ausgefallen. Schlußsatz 10 der Weigmann'schen Arbeit lautet wie folgt:

„Man darf also mit Recht, ganz besonders mit Rücksicht darauf, daß bei 85° eine fast momentane Erhitzung genügt, um die eventuell vorhandenen Tuberkelbazillen abzutöten, behaupten, daß die Pasteurisierung der Milch in kontinuierlichem Strome durch die erwähnten modernen Apparate bei einer Temperatur von wenigstens 85° C als den hygienischen Anforderungen genügend anzusehen ist. Ganz besondere Sicherheit bieten die Apparate mit zwangsläufiger Führung und einer etwas längeren Erhitzungsdauer, aber auch die anderen Apparate erfüllen diese Anforderungen und bewirken die vollständige Vernichtung aller in vegetativer Form vorhandenen Bakterien, mit Ausnahme weniger, besonders schwer abtötbarer Arten."

Was nun die als Grenzwert angeführte Temperatur von 85° C betrifft, so hatte seinerzeit Bang (1) angegeben, daß bei momentaner Einwirkung derselben die Tuberkelbazillen der Milch abgetötet würden. Andere Versuchsansteller, so C. de Man und J. Forster (1), gelangten zu dem Ergebnis, daß die sichere Abtötung bei Einwirkung der genannten Temperatur während etwa 5 Minuten erfolge. Daß die übliche Anwendung einer Mindesttemperatur von 85° C mit Befunden letzterer Art nicht im Widerspruch steht, gründet sich auf die von Weigmann vorgenommenen Messungen der Erhitzungsdauer bei den untersuchten Apparaten, wobei sich ergeben hat, daß die Hauptmenge der Milch mindestens 20 Sekunden, meist aber mehrere Minuten die Wärmewirkung in genannter Höhe erleidet. Allerdings müssen Vorrichtungen getroffen sein, daß die nicht genügend erhitzte, den Apparat zuerst verlassende Milch mit der noch nicht pasteurisierten Milch vereinigt und so den Weg durch den Apparat zweimal zu nehmen gezwungen wird.

Eine Bestätigung der von Weigmann aus seinen Versuchen abgeleiteten Leistungsfähigkeit der neueren Pasteurisierapparate bezüglich ihrer krankheitskeimvernichtenden Wirkung haben die im Kaiserl. Gesundheitsamte in Berlin von Tjaden, Koske und Hertel (1) vorgenommenen Versuche über Pasteurisierung von tuberkelbazillenhaltiger Milch erbracht, die von eutertuberkulösen Kühen stammte. Benützt wurden vier verschiedene, zum Teil mit den von Weigmann geprüften identische, kontinuierlich wirkende Apparate bei Temperaturen von 100°, 90° und 85° C. In allen Fällen erwies sich die pasteurisierte Milch frei von lebenden Tuberkelbazillen.

Daß mit den pathogenen Bakterien gleichzeitig auch die meisten

saprophytischen, nicht im Sporenzustande vorhandenen Formen, speziell die Milchsäurebakterien vernichtet werden, wurde schon auf S. 272 erwähnt. Die Folge davon ist eine verlängerte Haltbarkeit der Milch, welche bei Weigmann's gelegentlich der Prüfung verschiedener Pasteurisierapparate gemachten Ermittlungen unter gewöhnlichen Aufbewahrungsverhältnissen bei der Temperatur der Molkereiräume von 15—18° C etwa das doppelte der Haltbarkeit roher Milch betrug. Bei Auffangen und Aufbewahren der pasteurisierten Milch in sterilen Gläsern gestaltete sich das betreffende Verhältnis sogar wie 3 : 1. Offenbar findet unter der in der Praxis üblichen Behandlung der pasteurisierten Milch eine Wiederinfektion statt, welche den durch den Erhitzungsprozeß erreichten Grad der Haltbarkeit mehr oder weniger herunterdrückt.

Im Anschluß an die Mitteilung der eigenen Versuche über Haltbarkeit der pasteurisierten Milch gibt Weigmann einen Ueberblick der an anderen, speziell dänischen und amerikanischen Instituten nach dieser Richtung gemachten Erfahrungen, auf welche hier nur hingewiesen werden kann. Ebenso seien nur erwähnt die schon im Jahre 1895 von H. L. Russell (1) mitgeteilten Beobachtungen über den Einfluß des Alters der Milch auf die durch das Pasteurisieren erzielte Haltbarkeit.

Ueber weitere mit Pasteurisierapparaten vorgenommene Untersuchungen, bei welchen die Beantwortung mehr technischer Fragen im Vordergrund stand, berichten Hittcher (1) und P. Vieth (1, 2), während sich Hamilton (1) insbesondere über die Reinigung von Milcherhitzern äußert.

Wo die Pasteurisierung lediglich als Mittel dazu dient, eine für den menschlichen Genuß bestimmte Milch von eventuell ihr anhaftenden Krankheitserregern zu befreien, wird das Erhitzungsverfahren meist in einer von der bisher betrachteten abweichenden Form gehandhabt. Nach Forster's (1) Vorschlag kann eine von Krankheitskeimen freie Milch auf einwandfreie Weise hergestellt und in den Handel gebracht werden, indem man die möglichst sauber gewonnene Rohmilch in verschlossener Flasche im Wasserbad während 15 Minuten auf 65° C erhitzt. Auf diesem Vorschlag fußend, hat N. Gerber ein für den Großbetrieb berechnetes Verfahren ausgearbeitet, das im wesentlichen darin besteht, die in Flaschen mit sogen. Patentverschluß abgefüllte Milch in einem großen, dicht verschließbaren Wasserbehälter unter beständigem Schütteln des letzteren durch Einleiten von Dampf auf die gewünschte Temperatur zu bringen, eine bestimmte Zeit der betreffenden Wärmewirkung zu überlassen und dann wiederum unter beständiger Bewegung abzukühlen. Ueber dieses als Schüttelpasteurisation bezeichnete Verfahren haben zuerst W. Rullmann (2), sodann N. Gerber und P. Wieske (1) nähere Angaben gemacht, aus welchen u. a. zu entnehmen ist, daß gewisse nicht Sporen bildende Saprophyten das Pasteurisieren überstehen und demnach bei der bakteriologischen Prüfung solcher Milch einen regelmäßigen Bestandteil der zur Entwicklung gelangenden Flora bilden. Ich selbst konnte bei Untersuchung der in Gerber's Molkerei hergestellten (krankheitskeimfreien) Sanitätsmilch seit Jahren in wechselnden Mengen ein das Pasteurisieren leicht ertragendes, nicht Sporen bildendes Kurzstäbchen finden, und auch die Befunde von Russell und Hastings (1) und anderen sprechen für die Existenz einer Gruppe nicht Sporen bildender Bakterien, die ein das gewöhnliche weit übersteigendes Maß von Widerstandskraft gegenüber Wärme besitzen. In einer späteren Mitteilung hebt P. Wieske (1) hervor, daß man gut tue, sich bei der

Pasteurisation in Flaschen bezüglich des Erwärmungsgrades nicht an die niedrigsten der für Abtötung der Tuberkelbazillen als notwendig befundenen Wärme- und Zeitgrenzen zu halten, sondern zweckmäßigerweise, unter Berücksichtigung neuerer Versuche RULLMANN's (1), eine Erwärmung auf 65° C während 45—60 Minuten einwirken lasse. 5

Zur bakteriologischen Untersuchung pasteurisierter Flaschenmilch füllt A. A. BONNEMA (1) sterilisierte Fläschchen mit der Probe und bringt sie zur Beobachtung in den Brutschrank. War die Milch mindestens genügend erhitzt, so stellt sich Gasbildung infolge der Tätigkeit sich entwickelnder Buttersäurebakterien ein. Das Auftreten 10 von Milchsäuregärung bei fehlender Gasbildung soll ein Zeichen ungenügender Erhitzung sein. Nach H. G. RINGELING (1) gehört das *Bact. coli* zu den durch Hitze außerordentlich leicht abzutötenden Bakterien. Diese Art darf daher in keiner pasteurisierten Milch vorhanden sein. Nichtsdestoweniger hat eine Untersuchung von 75 Proben, die aus 24 15 Amsterdamer Milchgeschäften stammten, in 16 Proz. der Fälle *Bact. coli* nachweisen lassen. Das starke Schwanken des Keimgehaltes pasteurisierter Milch hat N. SWELLENGREBEL (1) zu der Vermutung geführt, daß außer der Dauer und Höhe der Erhitzung noch andere Faktoren auf die Größe des Keimgehaltes von Einfluß seien, so z. B. schadhafte Gummiver- 20 schlüsse, eingetrocknete Milchschichten bei ungenügend gereinigten Flaschen, Häutchen- und Schaumbildung. Daß unter Umständen durch die genannten Mittel ein Teil der Keime vor der Vernichtung geschützt werden kann, ist ohne weiteres zuzugeben und speziell für das sogen. Milchhäutchen durch TH. SMITH (1), W. HESSE (1), RUSSELL und 25 HASTINGS (2) und A. erwiesen. Der Hauptsache nach dürften aber wohl die in Frage stehenden Schwankungen auf der beständig wechselnden Zusammensetzung im Keimgehalt der Rohmilch beruhen, wobei die relativ resistenten, das Pasteurisieren überdauernden Arten das eine Mal einen hohen, ein anderes Mal einen geringen Anteil an der Gesamtzahl 30 nehmen. Aus diesem Grunde ist auch die gelegentlich auftretende Forderung, eine wirksame Pasteurisierung müsse den Keimgehalt der Rohmilch auf ein Mindestmaß, z. B. auf ein Tausendstel verringern, zum vorneherein als verfehlt zu bezeichnen.

In der Molkereipraxis bedient man sich zur Beantwortung der 35 Frage, ob eine Milch in wirksamer Weise pasteurisiert sei oder nicht, vielfach der STORCH'schen (1) Reaktion, welche darauf beruht, daß eine Milch, welche nicht bis zu 80° C erhitzt worden ist, beim Vermischen mit einer wässerigen Lösung von Paraphenylendiamin in Gegenwart von Wasserstoffsuperoxyd eine blaue Färbung annimmt, während diese 40 ausbleibt, wenn die Milch höhere Wärmegrade erlitten hat. Natürlich kann diese Reaktion ebensogut zur Unterscheidung gekochter von ungekochter Milch dienen, während eine bei niedriger Temperatur, z. B. bei 65° C, während einer genügenden Zeit pasteurisierte Milch sich ungefähr wie rohe Milch verhalten wird. Mit der STORCH'schen Reaktion 45 befassen sich u. a. Mitteilungen von M. SIEGFELD (1), EICHLOFF (1), E. WEBER (1) und G. M. KROON (1), während R. DU ROI und KÖHLER (1), sowie UTZ (1) auf derselben Basis der Spaltung von Wasserstoffsuperoxyd zur Hervorrufung der Farbenreaktion den Zusatz anderer Substanzen an Stelle des Paraphenylendiamins empfehlen. 50

§ 74. Methodik des Sterilisierens.

Während beim Pasteurisieren immer nur ein Teil der in der Milch vorhandenen vegetativen Bakterienformen abgetötet wird und die Sporen unbeeinflußt bleiben, soll die Sterilisation der Milch eine Vernichtung sämtlicher Keime, der vegetativen wie der Sporen, im Gefolge haben. Ueber den zu diesem Zweck notwendigen Grad der Erhitzung läßt sich eine für alle Fälle gültige Vorschrift deshalb nicht geben, weil der Gehalt der rohen Milch an hitzebeständigen Sporen je nach Gewinnungsweise und Behandlung starken Schwankungen unterworfen ist. Eine in gewöhnlicher Weise ohne besondere Vorsichtsmaßregeln gemolkene Milch enthält in der Regel in jedem einzelnen Kubikzentimeter solche Sporen der Heu- und Kartoffelbazillengruppe, und dementsprechend wird zur sicheren Sterilisierung eine einmalige Erhitzung während mehrerer Stunden auf Siedetemperatur oder bei Anwendung gespannten Dampfes eine halbstündige bis einstündige Erhitzung im Autoklaven bei 0.5 Atm. Ueberdruck, entsprechend einer Temperatur von ca. 112° C, nicht zu umgehen sein. Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Sterilisierung auf eine nach den Regeln der aseptischen Milchgewinnung (vergl. § 5) erhaltene keimarme Milch angewendet wird. In diesem Falle dürfte schon durch den Aufwand einer nur halb so großen Wärmemenge die völlige Entkeimung erreicht werden können, ja bei einer alle äußeren Infektionsquellen aufs peinlichste ausschließenden Arbeitsweise, wie sie neuerdings Backhaus (1) beschrieben hat, scheint die Gewinnung einer Rohmilch von so außerordentlich niedrigem Bakteriengehalt möglich zu sein, daß beinahe schon der für Pasteurisierungszwecke übliche Erhitzungsgrad genügen sollte, um solche Milch in den keimfreien Zustand überzuführen, d. h. zu sterilisieren. Es ist eben wohl zu beachten, daß jeder weitere Fortschritt in der Einschränkung des Keimgehaltes seinen Grund in einer vollständigeren Zurückdrängung der außerhalb des Euters liegenden Verunreinigungsquellen hat. Bei ideal durchgeführter Asepsis ist die Mikrobenflora der Rohmilch identisch mit der Flora des Euterinnern (vergl. § 2 u. § 3) und diese setzt sich laut übereinstimmenden Befunden verschiedener Versuchsansteller im allgemeinen nur aus indifferenten oder wenigstens nicht aus sporenbildenden Arten zusammen.

Wenn mit Rücksicht auf die leichte Veränderlichkeit der Milch durch hohe Wärmegrade die reinliche Milchgewinnung für den Sterilisierungserfolg von grundsätzlicher Bedeutung ist, so gilt dies selbstverständlich nicht nur für den oben ins Auge gefaßten Fall einer *einmaligen* Erhitzung während bestimmter Zeit auf eine durch den praktischen Versuch auszuprobierende Höchsttemperatur, sondern es müssen in dem Maße, als ein an hitzebeständigen Sporen armes Rohprodukt erhalten werden kann, auch die Vorteile des *diskontinuierlichen* Sterilisierens zur Geltung gelangen.

Die Entwicklung, welche die Milchsterilisationstechnik seit ihren mit den Namen eines Pasteur, Naegeli, Eugling und von Klenze verbundenen Anfängen genommen hat, bewegte sich auf beiden der angedeuteten Wege. Doch läßt sich erkennen, daß das Prinzip der diskontinuierlichen Sterilisation zugunsten der einmaligen Erhitzung auf eine Temperatur über 100° C mehr und mehr verlassen worden ist. In H. Weigmann's (1) Schrift findet sich eine bis zum Jahre 1893 reichende Zusammenfassung und Darstellung verschiedener Milchsterilisierungsverfahren.

Dort ist auch des Apparates von NEUHAUSS, GRONWALD und OEHLMANN gedacht, der im letzten Jahrzehnt des abgelaufenen Jahrhunderts in zahlreichen städtischen Molkereien und Milchsterilisieranstalten viel verwendet worden ist. Die Milch wurde hierbei in offenen Flaschen einer Vorsterilisation bei 85—90° C und noch am gleichen Tage einer 45—60 Minuten andauernden Hauptsterilisation bei 102—103° C unterworfen, worauf die Flaschen im Apparat, ohne diesen zu öffnen, mittelst einer besonderen Vorrichtung durch Niederdrücken der Bügel geschlossen wurden. PICTET und WEYL (1) haben dann gezeigt, daß die Vorsterilisation überflüssig ist, und so hat sich denn nach und nach die Praxis ausgebildet, in Apparaten der genannten Art oder in ähnlichen, als Autoklaven benutzbaren Behältern die Milch in Flaschen durch mehr oder weniger lange Zeit auf eine Temperatur von 102—105° zu erhitzen und das Produkt als sterilisierte Milch für Kurgebrauch wie auch für Kinder- und Krankenernährung abzusetzen. Daß eine solche Milch nicht immer keimfrei ist, konnte schon den ersten Untersuchern PETRI und MAASSEN (2) nicht entgehen, und später ist namentlich durch FLÜGGE's (1) Arbeiten dargetan worden, daß die sogen. sterilisierte Milch des Handels nur selten den Anforderungen entspricht, die man an sie stellen muß, und daß sie bei zu langer oder ungeeigneter Aufbewahrung infolge der Auskeimung am Leben gebliebener Sporen geradezu ein für den Verbraucher gefährliches Nahrungsmittel bilden kann. Mit der Bakterienflora unvollständig sterilisierter Milch befassen sich ferner die Mitteilungen von BLEISCH (1), STERLING (1) und A. WEBER (1).

In neuerer Zeit vermag sich in maßgebenden Kreisen mehr und mehr der Gedanke Durchbruch zu verschaffen, daß eine partiell sterilisierte, d. h. eine durch längere Zeit gekochte oder sogar über 100° C, doch nicht bis zur wirklichen Sterilisierung, erhitzte Milch überhaupt keine Berechtigung hat. Steht die Befreiung einer Milch von schädlichen Keimen als Hauptziel im Vordergrund, dann ist Pasteurisation bei möglichst niedriger Temperatur am Platze, und auf eine wesentliche Verlängerung der Haltbarkeit muß aus früher angegebenen Gründen verzichtet werden. Handelt es sich um Herstellung einer Dauermilch für überseeischen Gebrauch, für Reisen usw., so greife man zur Sterilisierung auf rationeller Basis, d. h. unter Anwendung eines alle Keime vernichtenden Erhitzungsverfahrens auf eine möglichst aseptisch gewonnene Milch.

Zur Prüfung einer dem Sterilisationsverfahren unterworfenen Milch auf Anwesenheit möglicherweise am Leben gebliebener Keime werden die Flaschen gewöhnlich für einige Tage in den Brutschrank (37° C) gestellt, wobei die Sporen zur Auskeimung angeregt und die in der Milch unter dem Einfluß der vegetativen Formen vor sich gehenden Veränderungen für das Auge erkennbar werden. In der Regel handelt es sich bei den betreffenden Erscheinungen um eine langsam verlaufende Peptonisierung des Caseins, hervorgerufen durch diesen oder jenen Vertreter der Kartoffelbazillengruppe. Zuverlässiger ist eine Aussaat von der einige Tage bei Bruttemperatur gehaltenen Milch auf Bouillon oder Schrägagar bei Luftzutritt wie bei Luftausschluß. Das Vorhandensein lebender Keime in der Milch wird auf diese Weise rascher nachgewiesen und was von besonderer Bedeutung ist, es werden auf diesem Wege auch Bakterien zur sichtbaren Entwicklung gebracht, welche in der Milch zu reichlicher Vermehrung gelangen können, ohne daß sich dieser Umstand durch äußere Anzeichen der Zersetzung bemerkbar macht.

§ 75. Veränderungen der Milch durch Erhitzen.

In den vorhergehenden Paragraphen ist nur andeutungsweise von der Beeinflussung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Milch die Rede gewesen, welche im Gefolge der zur Pasteurisation oder 5 Sterilisation angewendeten Erwärmung aufzutreten pflegt. Die betreffenden Veränderungen sind im allgemeinen um so bedeutender, je höher die zur Wirkung gelangte Temperatur und je länger die Erhitzungsdauer ist: sie konnten daher, soweit sie sich durch äußere Anzeichen verraten, schon jenen Forschern nicht entgehen, die sich zuerst 10 mit dem Problem befaßten, Milch durch Erhitzen in eine vor Zersetzung durch Keime irgendwelcher Art geschützte Dauerware überzuführen. Aber auch in denjenigen Fällen, in welchen man auf eine vollständige Entkeimung zum voraus verzichtet und die Milch bei mäßiger Erwärmung nicht in einer grobsinnlich wahrnehmbaren Weise verändert 15 wird, lassen sich durch geeignete Untersuchungsmethoden Zersetzungsvorgänge verfolgen, die beweisen, daß die Milch eine gegenüber Wärme außerordentlich empfindliche Flüssigkeit ist.

Bezüglich der Gerinnung mit Lab haben zuerst Eugling (1), sodann Schaffer (1) und namentlich Söldner (1) auf den hemmenden 20 Einfluß hingewiesen, den eine Erhitzung der Milch mit sich bringt, und diese Forscher haben bereits auch Mittel angegeben, mit Hilfe welcher die verloren gegangene Gerinnungsfähigkeit wieder hergestellt werden kann, nämlich: Sättigung mit Kohlensäure, Zusatz von Phosphorsäure oder von löslichen Kalksalzen. Für die Käsereipraxis ist das Studium 25 dieser Verhältnisse mit Rücksicht auf die Verarbeitung pasteurisierter Milch von weittragender Bedeutung; Näheres darüber auf S. 146 u. 305. Daß als Hauptursache der verminderten Gerinnungsfähigkeit der mit der Erhitzung verbundene Uebergang von löslichen in unlösliche Kalksalze in Betracht fällt, wie Söldner angibt, wird von Ott de Vries 30 und Boekhout (1) bestritten, ebenso von O. Jensen und E. Plattner (1). Letztere wollen für das fragliche Verhalten einerseits die beim Erhitzen durch Verjagen der Kohlensäure eintretende Abnahme des Säuregrades, andrerseits eine im Casein vor sich gehende Umwandlung in erster Linie verantwortlich machen. Ueber Abnahme des Säuregrades 35 der Milch beim Erhitzen vergl. auch H. Höft (1) und A. Kirsten (1). Uebrigens ist bekannt, daß nicht nur das Labgerinnsel sondern auch das durch Säuerung hervorgerufene Gerinnsel einer erhitzten Milch eine andere Beschaffenheit hat als das einer rohen Milch. Ueber entsprechendes Verhalten erhitzter und roher Milch im menschlichen Magen vergl. 40 W. Silberschmidt (1).

Daß die mineralischen Bestandteile der Milch beim Erhitzen der letzteren gewisse Veränderungen eingehen, unterliegt nach den Untersuchungen von Söldner (1) wie von Ott de Vries und Boekhout (1) keinem Zweifel. Es handelt sich im wesentlichen um eine Vermehrung 45 des unlöslichen Calciumphosphats auf Kosten löslicher Kalk- und Phosphorverbindungen. Die Menge des beim Erhitzen ausfallenden Kalkes scheint, wie aus den Befunden der letztgenannten Forscher und denjenigen O. Jensen's und E. Plattner's (1) zu schließen ist, starken Schwankungen unterworfen zu sein. Ueber die Frage des auf Kalkmangel zurück- 50 zuführenden verminderten Nährwertes erhitzter Milch orientiert eine Arbeit von W. Cronheim und E. Müller (1).

Die Eiweißsubstanzen, von denen das Casein rücksichtlich

seines Verhaltens zum Labferment bereits Erwähnung gefunden hat, sind offenbar der gegen Hitze empfindlichste Bestandteil der Milch. Nach A. Wróblewski (1) wird durch mehrstündiges Erhitzen der letzteren bei 100° C ein Teil des Caseins gefällt, und ein anderer Teil geht in einen durch Säure leichter fällbaren Zustand über. Auf Veränderungen 5 des Caseins ist nach O. Jensen (1) auch die bei starker Erhitzung der Milch auftretende rötliche bis rötlichbraune Farbe zurückzuführen und nicht auf eine bloße Caramelisierung des Milchzuckers, der allerdings bei diesem Prozeß auch beteiligt erscheint und mit dem Casein in eine durch die alkalischen Milchsalze begünstigte Wechselwirkung tritt. 10 Hand in Hand geht mit der fortschreitenden Farbenänderung eine weitgehende Zerlegung des Caseinmoleküls unter Abspaltung wasserlöslicher, phosphorhaltiger Säuren. Während das Milchcasein in größerer Menge immerhin erst bei Erhitzungsgraden ausfällt, die beim Sterilisieren nicht in Betracht kommen, so tritt eine teilweise Gerinnung des Albumins 15 schon bei Temperaturen unter 100° C ein, nach Sebelien (1) etwa in der Nähe von 70° C. R. Steiner (1) konnte bei sehr schonender Pasteurisierung, nämlich bei Erhitzung der Milch während 25 Minuten auf 60° C, keine Abnahme des Albumingehaltes bemerken; bei Erhitzung während 20 Minuten auf 70° C betrug diese 6,9 Proz. Das Aufkochen 20 der Milch beraubt diese nach O. Jensen und E. Plattner (1) vollständig ihres Gehaltes an gelöstem Albumin. Die Wärmewirkung scheint sich übrigens keineswegs auf die Ueberführung dieses Eiweißkörpers in den unlöslichen Zustand zu beschränken; so sollen nach Utz (2) beim Kochen der Milch regelmäßig geringe Mengen von Schwefelwasserstoff 25 abgespalten werden, die aus dem Albumin stammen dürften. Ueber die Beeinflussung der Verdaulichkeit der Milcheiweißstoffe durch eine vorausgegangene Erhitzung in verschiedenem Grade sind unter anderen die Arbeiten von Raudnitz (1), Stutzer (1), Zweifel (1), Sidler (1), Doane und Price (1) und E. von Behring (1) zu vergleichen. 30

Das Fett ist wohl der gegenüber Erhitzung widerstandsfähigste Bestandteil der Milch. Schon die praktische Erfahrung im Molkereibetriebe lehrt, daß Rahm, unbeschadet seiner Eigenschaften, auf Temperaturen erwärmt werden kann, die Geschmack und Geruch der Milch unvorteilhaft verändern. Störend wirkt bei stärkerer Erhitzung der 35 Milch das Zusammenballen der Fettkügelchen zu größeren Klumpen, die sich nachträglich nur schwer zerteilen lassen und da, wo ein Rütteln der Aufbewahrungsgefäße nicht vermieden werden kann, zu eigentlicher Ausbutterung Veranlassung geben. Ueber diese Erscheinung hat Renk (1) berichtet, während Babcock und Russel (1) sowie F. W. Woll (1) sich 40 im besonderen mit der veränderten Gruppierung der Fettkügelchen in pasteurisierter Milch und der damit im Zusammenhang stehenden verminderten Aufrahmungsfähigkeit befaßten, über welche auch Weigmann (2) Versuche angestellt hat.

Der Milchzucker soll sich nach den Untersuchungen von Cazeneuve und Haddon (1) beim Erhitzen der Milch unter Abspaltung von 45 Säuren oxydieren und dabei auch die färbenden Substanzen bilden, durch welche eine hoch erhitzte Milch ausgezeichnet ist. Auch Wróblewski (1) gibt an, daß eine 4-proz. Milchzuckerlösung bei dreistündigem Erhitzen auf 100° C merkbar sauer und gelblich, bei Erhitzung auf 120° deutlich 50 sauer und bräunlichgelb werde. Hingegen bleibt nach O. Jensen und E. Plattner eine 5-proz. reine Milchzuckerlösung selbst bei einstündigem Erhitzen auf 140° C unverändert, vorausgesetzt, daß die Erhitzung in

einem kein Alkali abgebenden Glasgefäß erfolgt. Die Gegenwart einer Spur Alkali genügt aber schon, um bei der Erhitzung eine unter Entstehung freier Säure verlaufende Zersetzung des Milchzuckers zu erzeugen, und in ähnlichem Sinne wirken offenbar die Alkaliphosphate in 5 der Milch.

Neben den angeführten Hauptbestandteilen der Milch wären rücksichtlich ihrer durch Hitze herbeigeführten Veränderungen noch einige in geringerer Menge auftretende, aber zum Teil nicht minder wichtige Stoffe in Betracht zu ziehen, so zunächst die Kohlensäure, welche 10 die Hauptmenge der Milchgase ausmacht und mit diesen bei der Milcherhitzung ausgetrieben wird. Dieser für die verschiedenen Richtungen der Milchverwertung wohl bedeutungslose Vorgang bedingt aber ein Unlöslichwerden nicht nur von Phospaten sondern, wie man wohl annehmen darf, auch von Citraten. Wichtiger erscheint die Beeinflussung 15 organischer Phosphorverbindungen, so des Lecithins und des seiner chemischen Natur nach noch nicht ganz sichergestellten Nucleons. Während nach SIEGFRIED (1) das letztere bei mäßiger Erhitzung der Milch in unwesentlicher Menge zerstört wird, soll nach BORDAS und RACZKOWSKI (1) der Lecithingehalt bei einer 30 Minuten 20 dauernden Erwärmung auf 60° C eine Abnahme um 14 Proz. erfahren, bei Anwendung einer Temperatur von 80—95° C sogar eine solche um 28 Proz.

In ein neues Stadium ist die Frage nach den durch Erhitzung hervorgerufenen Veränderungen der Milch getreten, als durch BABCOCK und 25 RUSSEL (2) die Aufmerksamkeit auf die in der rohen Kuhmilch nachweisbaren gelösten Stoffe enzymartiger Natur hingelenkt wurde, so insbesondere der Galactase; vergl. darüber S. 148. In der Folge ist dann eine Reihe von sogen. Milchenzymen nachgewiesen oder deren Vorhandensein mit Hilfe bestimmter Reaktionen wahrscheinlich 30 gemacht worden, wobei allerdings meist unentschieden blieb, ob die betreffenden Stoffe als Bestandteil des normalen Eutersekrets oder als Produkte der in der Milch enthaltenen Bakterien aufzufassen sind; vergl. hierüber die Arbeiten von RAUDNITZ (2), MORO (1), SPOLVERINI (1), RULLMANN (3) und SELIGMANN (1). In neuester Zeit ist man vielfach geneigt, 35 die in einzelnen Fällen in auffallender Weise zutage getretene Ueberlegenheit der rohen gegenüber der erhitzten Milch (vergl. § 77) auf den Umstand zurückzuführen, daß in der letzteren die Enzyme durch den Erhitzungsprozeß vernichtet worden sind. Als hervorragendsten Vertreter dieser Richtung muß E. VON BEHRING (1) bezeichnet werden, der 40 jede Erhitzung der Milch, soweit sie zur Ernährung jugendlicher Individuen dienen soll, vermieden wissen möchte. Dieser Forscher erachtet das Vorhandensein gewisser „Milchzymasen", worunter er auch die bactericiden und die immunisatorisch wirksamen Stoffe der Milch versteht, als unbedingt nötig zur gedeihlichen Entwicklung der mit Milch 45 sich nährenden Organismen.

Ein Rückblick auf die geschilderten Verhältnisse muß zum Ergebnis führen, daß die mit der Erhitzung der Milch einhergehenden Veränderungen recht belangreiche sind, und daß man, soweit eine Behandlung der Milch mit Hülfe von Wärme überhaupt geboten erscheint, diese 50 zweckmäßigerweise so einzurichten hat, daß die besprochenen Veränderungen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben. Dies gilt in erster Linie für die zum menschlichen Genuß bestimmte Milch, im besonderen für Kindermilch (vergl. § 77), aber auch für die aus den Molkereien mit

beschränktem Betrieb an die Lieferanten zurückgehende und vielfach zur Aufzucht von Jungvieh dienende Magermilch. Es wird sich aus diesem Grunde empfehlen, die Pasteurisierapparate noch mehr als bisher der genannten Forderung in dem Sinne anzupassen, daß die Milch, anstatt nur kurze Zeit auf 85° C erhitzt zu werden, längere Zeit bei einer niedrigereren Temperatur, nach WEIGMANN's (2) Vorschlag z. B. 25—30 Minuten bei 60° C, verbleibt.

Zu diesem Vorschlag haben den genannten Autor neben anderen Erwägungen auch seine Untersuchungen über den Kochgeschmack erhitzter Milch geführt. Dieser eigentümliche Geschmack, der jeder bis zur Siedetemperatur erhitzten Milch anhaftet und manchen Personen sehr zuwider ist, war neben einem fast noch mehr hervortretenden Kochgeruch auch bei Milchproben wahrzunehmen, die in zwei verschiedenen der in Molkereien gebräuchlichen Pasteurisierapparate bis 85° erhitzt worden waren. Bei der Trennung von so pasteurisierter Vollmilch in Rahm und Magermilch mittelst der Centrifuge gingen allerdings Kochgeschmack und Kochgeruch fast vollständig verloren, weil die Ausschleuderung immer mit einer kräftigen Durchlüftung (s. S. 261) verbunden ist. Wurde die Milch auf niedrigere Wärmegrade, z. B. 10 Minuten auf 70° oder 25—30 Minuten auf 60°, erhitzt, so konnten, insbesondere im letzteren Fall, bezüglich der Geschmacksempfindung sogar sehr fein veranlagte Personen weder Kochgeschmack noch Kochgeruch erkennen. Der einzige Unterschied der erhitzten gegenüber der rohen Milch bestand in einem Mangel an „Frische", der nach WEIGMANN hauptsächlich auf die beim Erhitzen erfolgte Austreibung von Luft und Kohlensäure wie auch von Stallgeruch und tierischen Ausdünstungen zurückzuführen ist.

Literatur

zum Kapitel Beseitigung der in der Milch vorhandenen Bakterien durch Erhitzen.

*__Ahlborn,__ (1) Milchztg., 1904, Bd. 33, S. 53. *__Babcock,__ S. M., und __Russell,__ H. L., (1) 13. Ann. Rep. Agric. Exp. Stat. Univ. of Wisconsin, 1896, S. 73, und 16. Ann. Rep., 1899, S. 131. — (2) 14. Ann. Rep. 1897, S. 161, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 615. *__Backhaus,__ (1) Milchztg., 1906, Bd. 35, S. 169. *__Bang,__ (1) Beretn. Veter.- og Landbohojsk. Labor. f. landök. Forsög., 1889, und Deutsch. Zeitschr. f. Thiermedizin u. vergl. Pathol., 1890. *__Behring,__ E. __von,__ (1) Beiträge zur experim. Therapie, 1906, Heft 11, S. 103. *__Bitter,__ H., (1) Z. f. Hyg., 1890, Bd. 8, S. 240. *__Bleisch,__ (1) Z. f. Hyg., 1893, Bd. 13, S. 81. *__Bonnema,__ A. A., (1) Chem.-Ztg., 1905, S. 182. *__Bordas__ und __Raczkowski,__ (1) Comptes rend. de l'Ac., 1903, Bd. 136, S. 56. *__Brunner,__ O., (1) Milchztg., 1898, Bd. 27, S. 439. *__Bugge,__ (1) Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhyg., 1906, Bd. 16, S. 228. *__Cazeneuve,__ P., und __Haddon,__ (1) Comptes rend. de l'Ac., 1895, Bd. 120, S. 1272. *__Cronheim,__ W., und __Müller,__ E., (1) Jahrb. f. Kinderheilkunde, 1903, Bd. 57, S. 45. *__Doane,__ C. F., und __Price,__ T. M., (1) Maryland Agric. Exp. Stat., 1901, Bull. Nr. 77; ref. in Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 711. *__Eichloff,__ (1) Molkereiztg., Berlin, 1900, Bd. 10, Nr. 23. *__Eugling,__ (1) Landw. Versuchsstationen, 1885, Bd. 31, S. 391. *__Flügge,__ C., (1) Z. f. Hyg., 1894, Bd. 17, S. 272. *__Forster,__ J., (1) Milchztg., 1900, Bd. 29, S. 136. *__Gerber,__ N., (1) Milchztg., 1892, Bd. 21, S. 860. *__Gerber,__ N., und __Wieske,__ P., (1) Milchztg., 1903, Bd. 32, S. 116. *__van Geuns,__ J., (1) Arch. f. Hyg., 1889, Bd. 9, S. 369. *__Hamilton,__ (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 436. *__Hesse,__ W., (1) Z. f. Hyg., 1900, Bd. 34, S. 346. *__Hittcher,__ (1) Milchztg., 1899, Bd. 28, S. 389. *__Höft,__ H., (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 103. *__Jensen,__ O., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1904, Bd. 18, S. 345. *__Jensen,__ O., und __Plattner,__ E., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1905, Bd. 19, S. 235. *__Kirsten,__ Arthur, (1) Milchztg., 1902, Bd. 31, S. 114. *__Kroon,__ G. M., (1) Landbouwkundig Tijdschrift, Bd. 12; ref. in Milchztg., 1904, Bd. 33, S. 419. *__Lazarus,__ A., (1) Z. f. Hyg., 1890, Bd. 8, S. 207. *__Man,__ C. __de,__ und __Forster,__ J., (1) Arch. f. Hyg., 1893, Bd. 18, S. 133, und Hyg. Rundsch., 1892, Bd. 2, S. 869; 1893, Bd. 3, S. 669. *__Morgenroth,__ (1) Hyg. Rundsch., 1900, Bd. 10, S. 865. *__Moro,__ E., (1) Jahrb. f. Kinderheilkunde, 1902, Bd. 56, S. 391.

***Ott de Vries,** J. J., und **Boekhout,** F. W. J., (1) Landw. Versuchsstationen, 1901, Bd. 55, S. 221. ***Petri,** R. J., und **Maassen,** A., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1898, Bd. 14, S. 53. — (2) Ebenda, 1891, Bd. 7, S. 131. ***Pictet,** Raoul, und **Weyl,** Th., (1) Berl. klin. Wochenschr., 1891, 12. Okt.; ref. in Kochs Jahresb., 1891, Bd. 2, S. 198. ***Raudnitz,** (1) Z. f. physiolog. Chem., 1890, Bd. 14, S. 1. — (2) Z. f. Biologie, 1901, Bd. 42, S. 91. ***Renk,** (1) Arch. f. Hyg., 1893, Bd. 17, S. 313; 1895, Bd. 22, S. 153. ***Ringeling,** H. G., (1) Milchztg., 1903, Bd. 32, S. 818. ***du Roi,** R., und **Köhler,** (1) Milchztg., 1902, Bd. 31, S. 17. ***Rullmann,** W., (1) Münchener med. Wochenschr., 1904, S. 508. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 658. — (3) Zeitschr. f. Unters. der Nahrungs- und Genußmittel, 1904, Bd. 7, S. 81. ***Russell,** H. L., (1) Agr. Exp. Stat. Wisc., 1895, Bull. Nr. 44, S. 48. ***Russell und Hastings,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 339. — (2) Ebenda, S. 462. ***Schaffer,** F., (1) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1887, Bd. 1, S. 43. ***Sebelien,** J., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1885, Bd. 9, S. 453. ***Seligmann,** E., (1) Z. f. Hyg., 1905, Bd. 50, S. 97. ***Sidler,** Franz, (1) Dissert., Zürich 1903; Arch. f. Hyg., 1903, Bd. 47, S. 327. ***Siegfeld, M.,** (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 723. ***Siegfried,** M., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1897, Bd. 22, S. 575. ***Silberschmidt,** W., (1) Deutsche med. Wochenschr., 1903, Nr. 27 u. 28. ***Smith,** Th., (1) Journ. of Exp. Med., 1899, Bd. 4, S. 217. ***Söldner,** (1) Landw. Versuchsstationen, 1888, Bd. 35, S. 351. ***Spolverini,** L. M., (1) Annali d'igiene sperim., 1902, Bd. 12, S. 451; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1902, Bd. 32, Ref., S. 321. ***Steiner,** R., (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 401. ***Sterling,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 473. ***Storch,** V., (1) 40. Bericht d. Versuchslab. d. kgl. Veter.- u. Landbau-Hochschule in Kopenhagen; ref. in Milchztg., 1898, Bd. 27, S. 374. ***Stutzer,** A., (1) Landw. Versuchsstationen, 1892, Bd. 40, S. 317. ***Swellengrebel,** N., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 440. ***Tjaden, Koske** und **Hertel,** (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1901, Bd. 18, S. 219. ***Utz,** (1) Chem.-Ztg., 1902, S. 1121. — (2) Milchztg., 1903, Bd. 32, S. 354. ***Vieth,** P., (1) Milchztg., 1902, Bd. 31, S. 769. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 33, S. 579. ***Weber,** A., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1900, Bd. 17, S. 108. ***Weber,** E., (1) Z. f. Fleisch- und Milchhyg., 1903, Bd. 13, S. 84. ***Weigmann,** H., (1) Die Methoden d. Milchkonservierung, speziell d. Pasteurisieren u. Sterilisieren d. Milch. Bremen 1893. — (2) Arbeiten d. Versuchsstation f. Molkereiwesen in Kiel, 2. Heft, 1903. ***Wieske,** P., (1) Milchztg., 1903, Bd. 32, S. 593. ***Woll,** F. W., (1) 12. Jahresber. der Landw. Versuchsstat. Wisconsin; ref. in Molkereiztg., Berlin, 1896, Bd. 6, S. 453. ***Wróblewski,** A., (1) Oesterr. Chemiker-Zeitg., 1898, Bd. 1, S. 5. ***Zweifel,** P. (1) Aetiologie, Prophylaxis u. Therapie d. Rachitis. Leipzig 1900.

Manuskript-Einlauf: 23. Juni 1906.

17. Kapitel.

Die Milchversorgung.

Von Prof. Dr. R. Burri.

§ 76. Lieferung hygienisch einwandfreier Milch.

Es liegt in der Natur des Molkereiwesens, daß dieses mehr als die Gärungsgewerbe im engeren Sinne beständig Fühlung mit den Lehren und Fortschritten der Hygiene zu nehmen hat. In der Tat ist die hohe
5 Bedeutung der Milch und der Milchprodukte als Volksnahrungsmittel dermaßen in die Augen springend, daß die Berücksichtigung, ja die Voranstellung des gesundheitlichen Momentes bei Gewinnung, Behandlung und Bewertung aller Erzeugnisse des milchwirtschaftlichen Betriebes als selbstverständlich erscheinen sollte. Zwar hat es bis in die
10 neuere Zeit, d. h. solange die Beziehungen der Milch zur Entstehung und Verschleppung gewisser Infektionskrankheiten (vergl. das 2. Kapitel) noch im Dunkeln lagen, an den notwendigen Grundlagen gefehlt, auf denen sich bestimmte zweckdienliche Maßnahmen aufbauen ließen. Heute aber findet die milchwirtschaftliche Technik bei Berücksichtigung des

von den einschlägigen Wissenschaften beigebrachten Tatsachenmaterials in deutlichen Zügen die Wege vorgezeichnet, welche sie einzuschlagen hat, um den begründeten Ansprüchen der Hygiene zu genügen.

Die in der Ueberschrift bezeichnete Aufgabe läuft der Hauptsache nach auf Fragen mykologischer Natur hinaus. Um eine Milch als hygienisch einwandfrei zu erklären, muß sie nicht nur frei von Krankheitserregern im gewöhnlichen Sinne des Wortes sein, sondern sie soll auch die sogen. Saprophyten und ihre Stoffwechselprodukte nur in beschränkter Menge enthalten. Eine scharfe Grenze zwischen der ersten und der zweiten Gruppe von Organismen läßt sich nämlich überhaupt nicht ziehen, und so wird man auf alle Fälle gut tun, auf Lieferung einer möglichst keimarmen Milch zu dringen.

Die Einflüsse, welche die mykologische, bezw. bakteriologische Beschaffenheit einer Milch bestimmen, machen sich im wesentlichen bei der Gewinnung und Behandlung am Produktionsorte, beim Transport von letzterem bis zur Molkerei oder zum Händler und endlich bei der Verteilung an die Konsumenten geltend.

Bezüglich der *Gewinnung* einer hygienisch einwandfreien Milch kann auf das 14. Kapitel verwiesen werden, unter der Voraussetzung, daß das an jener Stelle über reinliche Milchgewinnung Gesagte sich auf *gesunde Tiere* und ebenso auf *mit ansteckenden Krankheiten nicht behaftetes Melkpersonal* bezieht. Ueber tierärztliche Stallkontrolle vergleiche man die auf S. 45 enthaltenen Bemerkungen. In bezug auf zweckmäßige Behandlung der Milch nach dem Melken sind eingehende Angaben im 14. und im 15. Kapitel zu finden.

Der *Transport* der Milch ist unter Umständen, insbesondere bei hoher Sommerwärme, mit der Gefahr der vorzeitigen Säuerung verbunden. Aus diesem Grunde sollte, wenn irgend möglich, schon am Produktionsorte eine Kühlung vorgenommen werden. Im übrigen richten sich die Ansprüche rücksichtlich der notwendigen Intensität der letzteren ganz nach dem zurückzulegenden Wege und der Art des Transportes. Nach dem heutigen Stande der Kältetechnik muß die Aufgabe, eine Milch nach 48-stündiger Eisenbahnfahrt in hygienisch einwandfreiem Zustande abzuliefern, als gelöst bezeichnet werden. Entsprechende Entfernungen kommen zwar nur ausnahmsweise in Betracht, doch ist nicht zu verkennen, daß mit der Größenzunahme der Städte und dem wachsenden Bedarf immer mehr entlegene Gebiete zur Milchlieferung herangezogen werden.

Ist nun die Milch in der Molkerei oder in einer sogen. Zentrale in gutem Zustande angelangt, so wird sie meistens noch einer Reinigung mit der Zentrifuge unterworfen, um dann nach Passierung eines Kühlers als rohe Milch zum Vertrieb zu gelangen oder sie wird pasteurisiert, unter Umständen auch sterilisiert.

Für den *Verschleiß der rohen Milch* haben sich zwei wesentlich verschiedene Systeme ausgebildet. Das erste besteht im *Ausmessen* der vom Konsumenten gewünschten Menge, wobei jemand diese mit Hilfe der Meßgefäße aus einem größeren Kessel schöpft, der seinerseits in einem Verkaufslokal steht oder auch auf dem Milchwagen durch die Straßen geführt wird. Diese letztere Art der Milchverteilung ist in hygienischer Beziehung, wie u. a. PLEHN (1) betont, als entschieden nachteilig zu bezeichnen; man denke nur an die unvermeidliche Verunreinigung der Milch mit Straßenstaub. Aber auch der im Verkaufsladen stehende Milchkessel bietet durchaus keine Gewähr für die Be-

dienung des Konsumenten mit hygienisch einwandfreier Milch, wie aus naheliegenden Gründen hervorgehen dürfte. Allen Anforderungen in dieser Richtung entspricht hingegen die schon vielerorts eingeführte HELM'sche (1) Kanne mit Zapfdeckel, wie überhaupt die HELM'schen 5 Geräte und Einrichtungen im Dienste der Anbahnung eines Milchverkaufs auf hygienischer Grundlage als wirksame, weil rationelle Förderungsmittel bezeichnet zu werden verdienen. Das zweite der gedachten Systeme besteht im Flaschenverkauf der rohen Milch, dessen Vorzüge u. a. in einer Mitteilung von P. THIELE (1) zusammengestellt sind. 10 Das Abfüllen einer hygienisch einwandfrei gewonnenen und nachher zweckmäßig behandelten Milch in eine sauber gereinigte und annähernd sterilisierte Flasche ist unstreitig der sicherste Weg, diese Milch unter Wahrung ihrer ursprünglichen Eigenschaften in die Hand des Konsumenten zu übermitteln. Bisher hat diese Art des Milchverkaufs, die 15 erklärlicherweise eine nicht unbedeutende Verteuerung des Produktes bedingt, in einigen großen Städten sich einbürgern können, so in Wien und Budapest, wo es die auf genossenschaftlicher Basis arbeitenden großen Molkereien sind, welche in genannter Weise ihren Absatz suchen und finden.

20 Auch für die pasteurisierte Milch, welche zufolge der ihr zuteil gewordenen Behandlung als hygienisch einwandfrei im strengen Sinne bezeichnet werden darf, insofern man nicht im Sinne E. VON BEHRING's einen besonderen Wert auf die Intakterhaltung der Milchenzyme (vergl. S. 282) legt, ist der Verkauf in Flaschen als der zweckmäßigste Weg 25 der Milchabgabe an den Konsumenten zu bezeichnen und da, wo die Schüttelpasteurisation (vergl. S. 276) eingeführt ist, ohnehin der gegebene.

Ein besonderer Vorteil des Vertriebs der Milch in Flaschen ist auch darin zu erblicken, daß die Abnehmer eine gleichmäßige Ware erhalten, während beim Abzapfen aus Kannen oder beim Schöpfen aus solchen 30 infolge der nach und nach vor sich gehenden Aufrahmung ganz beträchtliche Unterschiede im Fettgehalt der Milch der einzelnen Kunden entstehen können. Ein Mittel gegen diesen Uebelstand wäre in GAULIN's Verfahren der Homogenisierung gegeben. Die Milch wird dabei unter einem Druck von ca. 250 Atmosphären zwischen federnden 35 Achatflächen hindurchgepreßt, was zur Folge hat, daß die Fettkügelchen eine so weitgehende Zerkleinerung erfahren, daß sie in der Milch nicht mehr in die Höhe steigen, d. h. daß die Erscheinung der Aufrahmung unterbleibt; Näheres hierüber bei P. BUTTENBERG (1). Die Anwendung der Homogenisierung würde aber die Milch sehr verteuern, und an- 40 dererseits ist es fraglich, ob eine Milch, die ihr Aufrahmungsvermögen verloren hat, beim Publikum Anklang finden würde. Das GAULIN'sche Verfahren eignet sich daher vorläufig mehr für sterilisierte Milch (vergl. S. 281) und diätetische Milchpräparate verschiedener Art.

Außerordentliche Maßnahmen im Interesse einer hygienisch einwand- 45 freien Milchlieferung erfordern im allgemeinen besondere Aufwendungen und bedingen eine Erhöhung des Verkaufspreises. So hat sich nach und nach die Unterscheidung zwischen Vorzugsmilch und gewöhnlicher Konsummilch herausgebildet. Die erstere, zu welcher auch die im nächsten Paragraphen zu behandelnde Kindermilch gehört, ist 50 es zunächst, bei welcher zur Gesundung der bestehenden Milchlieferungsverhältnisse von seiten der zuständigen Behörden in wirksamer Weise vorgegangen werden kann. Ueber diese und verwandte Fragen orien-

tiert Ostertag (1), ferner Weigmann's (1) Bericht über die Erzeugung von Vorzugsmilch in den Vereinigten Staaten.

§ 77. Kindermilch.

Unter den milchhygienischen Fragen kann sich an weittragender Bedeutung wohl keine mit jener nach der Beschaffung eines passenden Ersatzes für die Muttermilch messen. Leider sind die nach dieser Richtung hin unternommenen Bemühungen bisher unzureichend geblieben, wie die Ergebnisse der Statistik über die Säuglingssterblichkeit in den Kulturländern mit erschreckender Deutlichkeit beweisen. Eine Lösung der Frage im vollen Sinne des Wortes wird aus naheliegenden Gründen überhaupt niemals zu erwarten sein, sondern es kann sich bei der praktischen Verfolgung des Ziels nur darum handeln, bei dem tatsächlich vorhandenen Bedürfnis nach einem Muttermilchersatz, möge dieses nun auf physischem Unvermögen oder auf sozialen Ursachen beruhen, etwas zu bieten, das bezüglich der Bekömmlichkeit und Nährwirkung dem entbehrten Produkt der Mutterbrust möglichst nahe kommt.

In Verfolgung dieses Gedankens suchte man vor allem der chemischen Zusammensetzung der Säuglingsmilch gerecht zu werden. Die von verschiedenen Seiten, so von Söldner (1), Edlefsen (1) u. a. vorgenommenen Untersuchungen von Frauenmilch hatten übereinstimmend dargetan, daß diese reicher ist an Milchzucker als die Kuhmilch, aber ärmer an Eiweißstoffen, welch letztere jedoch im Gegensatz zur Kuhmilch zu einem verhältnismäßig großen Teil aus Albumin bestehen. Diesen grob chemischen Unterschieden, insbesondere den anscheinend schwer verdaulichen Käsestoff betreffend, versuchte man zuerst durch Verdünnen der Kuhmilch mit Wasser zu begegnen, unter Verkennung des Schadens, den eine Verdünnung auch der übrigen Bestandteile vielleicht nach sich ziehen konnte. Eine Verbesserung gegenüber diesem Verfahren muß schon im Zusatz von Zucker, im besonderen der von Soxhlet, Schmidt-Mülheim u. a. empfohlenen Milchzuckerlösung an Stelle des Wassers erblickt werden, und im weiteren Ausbau dieser Bestrebungen treffen wir dann das Biedert'sche (1) Rahmgemenge, die Gärtner'sche (1) Fettmilch, Pfund's nach W. Hessés (1) Angaben bereitete Säuglingsnahrung, die zur Erhöhung des Albumingehaltes einen Zusatz von Hühnereiweiß enthält, Lahmann's (1) vegetabilische Milch, gekennzeichnet durch ihren Gehalt an pflanzlichen Eiweißstoffen, die Backhaus'sche (1) Milch, die unter Mitwirkung von proteolytischen Enzymen hergestellt ist und den Anspruch erhebt, in der chemischen Zusammensetzung der Muttermilch am nächsten zu kommen.

Aber gerade diese letzteren und auch verwandte, zum Teil recht kompliziert zusammengesetzte Gemische sind verhältnismäßig teuer und fallen daher für die ärmeren Volksklassen außer Betracht. Ferner dürfte ihre Sterilisierung der mannigfachen Zusätze wegen an und für sich schwierig sein, oder es liegt wenigstens die Gefahr vor, daß infolge der dabei notwendigen Erhitzung die chemische Beschaffenheit einzelner Bestandteile stark verändert wird, worauf z. B. ein Befund Fr. Sidlers (1) bei Backhaus-Milch deutet. Die Frage der chemischen Zusammensetzung der Kindermilch ist also nicht gut von der mykologischen Frage zu

trennen und die letztere hat im folgenden, den Zwecken dieses Handbuchs entsprechend, in den Vordergrund zu treten.

Was zunächst die Viehhaltung und Fütterung betrifft, so gilt das bei früheren Gelegenheiten über Gewinnung und Lieferung einer
5 hygienisch einwandfreien Milch Gesagte bei der Beschaffung von Säuglingsmilch in verschärftem Grade. Alle Futtermittel zweifelhafter Güte müssen ausgeschlossen sein, und vielerorts bestehen Vorschriften, wonach an sogen. Kindermilchkühe nur Heu oder wenigstens nur Trockenfutter verabreicht werden soll. Man vergl. hierüber die Mitteilungen von F.
10 Beck (1), Sonnenberger (1), Reiss und Fritzmann (1). Nach Plehn (1), B. Martiny (1) u. a. soll sich ein gutes Grünfutter ebenso gut wie Heu zur Erzeugung von gesunder Kindermilch verwerten lassen, doch ist nicht zu leugnen, daß verschiedene Umstände, wie die gleichmäßigere Zusammensetzung bezw. gründlichere Mischung des Heues, die
15 wahrscheinlich abgeschwächte Wirkung getrockneter schädlicher Futterkräuter, die verminderte Neigung der Tiere zu Durchfall u. a. m. das Trockenfutter für den fraglichen Zweck geeigneter erscheinen lassen. Eine Begründung der Ueberlegenheit von älterem Heu gegenüber jungem Heu oder frischem Gras hat N. Auerbach (1) auf bakteriologischer
20 Grundlage zu geben versucht. Praktische Erfahrungen und wissenschaftliche Forschungsergebnisse haben sich im Laufe der letzten Jahre mancherorts zu Regeln und Vorschriften für Gewinnung und Lieferung hygienisch einwandfreier Kindermilch verdichtet. Eine Zusammenstellung von solchen, welche durch ihre Leistungsfähigkeit hervorragende städtische
25 Betriebe betreffen, ist jüngst von Ph. Fuchs (1) veröffentlicht worden.

Das Verdienst, zuerst auf die Fährlichkeiten hingewiesen zu haben, welchen auch eine in gutem Zustand gelieferte Säuglingsmilch bei unverständiger Behandlung im Haushalt ausgesetzt ist, muß Fr. Soxhlet (1) zugesprochen werden. Das Verfahren, das von ihm im Jahre 1886 zum
30 Zweck der Bekämpfung der daraus sich ergebenden Mißstände eingeführt wurde, besteht in einem 45 Minuten andauernden Erhitzen aller in Einzelfläschchen verteilten, für einen Tag ausreichenden Rationen auf Siedetemperatur. Ein selbsttätiger Verschluß verhindert, daß die Milch in den Fläschchen späterhin verunreinigt werden kann. Freilich ist
35 einerseits die chemische Veränderung einer in genannter Weise erhitzten Milch eine ziemlich tiefgehende (vergl. § 74), und andererseits darf eine solche im allgemeinen nicht als steril betrachtet werden, weil die aufgewendete Wärme bei weitem nicht ausreicht, um die widerstandsfähigsten Bakteriensporen abzutöten. Aus diesem Grunde hat später
40 Flügge (1) vorgeschlagen, die Erhitzungszeit auf 10 Minuten zu beschränken, womit sich Soxhlet (2) aber nicht einverstanden erklären kann.

Durch den Soxhlet'schen Apparat war die Milchsterilisierung bis zu einem gewissen Grade volkstümlich geworden, und dieser Umstand hatte den Boden für den Absatz von partiell und wirklich sterili-
45 sierter Milch vorbereitet, der seit Anfang der neunziger Jahre des abgelaufenen Jahrhunderts einen Betriebszweig zahlreicher Molkereien bildet. Die Ernährung der Säuglinge mit sterilisierter Milch war indessen von dem Erfolg nicht begleitet, den man sich versprochen hatte. Es stellte sich heraus, daß die völlige Keimfreiheit des verabreichten
50 Präparates für die Bekömmlichkeit und das Gedeihen der Kinder weniger in die Wagschale fällt als seine sonstige Beschaffenheit, und in betreff dieser mußte man die Veränderungen, die eine hocherhitzte Milch erlitten hat, in erster Linie ins Auge fassen, als es sich darum handelte,

für das Auftreten von Ernährungsstörungen infolge fortgesetzter Verabreichung sterilisierter Milch eine Erklärung zu finden. Eine Reihe von Aerzten hatte nämlich den sogen. Säuglingsskorbut (Barlow'sche Krankheit) in besonderer Häufigkeit bei Kindern beobachtet, welche längere Zeit ausschließlich mit sterilisierter oder wenigstens hocherhitzter Milch ernährt worden waren. Die Angaben Heubner's (1), von Starck's (1) und anderer lassen über das Bestehen eines solchen Zusammenhanges kaum einen Zweifel übrig, und die Beobachtung, daß die Krankheitssymptome mit der Verabreichung ungekochter Milch meist auffallend rasch verschwanden, ist nur geeignet, obige Annahme zu bestätigen. Auf welche der verschiedenen Veränderungen, die beim Erhitzen der Milch auftreten, diese Ernährungsstörungen zurückzuführen sind, bleibt vorläufig noch Gegenstand eifriger Erörterung.

In einem schwer vereinbaren Gegensatz zu den Wahrnehmungen der erwähnten Autoren befindet sich die Angabe von G. Variot (1), welcher bei Verabreichung einer bei 108° C sterilisierten Milch an Tausende von Säuglingen nur gute Erfahrungen gemacht und im besonderen das Auftreten von Skorbut in keinem Fall beobachtet haben will.

Daß bei Verwendung einer in rationeller Weise pasteurisierten Milch entsprechende nachteilige Folgen wie bei andauernder Ernährung mit hocherhitzter Milch auftreten, darüber ist noch nichts Entscheidendes bekannt geworden, doch sprechen die geringfügigen Veränderungen, welche die Hauptbestandteile der Milch bei schonender Behandlung mit Wärme erleiden, zum voraus gegen eine solche Möglichkeit. Tatsächlich sind über die Erfolge bei Kinderernährung mit pasteurisierter Milch sehr günstige Urteile laut geworden, so durch Siegert (1), Oppenheimer (1) u. a. Soweit man Ursache hat, die für Kindermilch benutzte Rohmilch mit Rücksicht auf die Möglichkeit des Gehaltes an pathogenen Bakterien einer Wärmebehandlung zu unterziehen, dürfte eine sorgfältige Pasteurisation der noch vielfach auch in sonst mustergültigen Betrieben geübten partiellen Sterilisation vorzuziehen sein und diese nach und nach verdrängen. Als pasteurisiert kann auch die durch Kohlensäurebehandlung in der Wärme und unter Druck caseinarm gemachte Säuglingsmilch nach Szekely (1) betrachtet werden.

Eine eigentümliche, im Prinzip entschieden verfehlte Aufbewahrungsart pasteurisierter Milch liegt in der Anwendung des Thermophors, mit welchem sich Mitteilungen von Kobrak (1), Dunbar und Dreyer (1), C. Hagemann (1) und L. Verney (1) befassen.

Im Einklang mit der von verschiedenen Seiten behaupteten hohen Bedeutung der durch Hitze sehr leicht veränderlichen Milchenzyme (vergl. S. 282) stehen die der neueren Zeit angehörenden Bestrebungen, den Säuglingen rohe Tiermilch zu verabreichen. Aufmerksam auf dieses sonst allgemein verpönte Nahrungsmittel waren vereinzelte Kinderärzte, so der Däne J. H. Monrad (1) und die Belgier A. Miele und V. Willem (1), geworden, als sie in Fällen von schwerer Ernährungsstörung und Atrophie, die durch keines der zur Verfügung stehenden Milchpräparate oder sonstige Hilfsmittel zu bekämpfen waren, durch Verabreichung von roher Kuhmilch als ultima ratio die schönsten Heilerfolge erzielten. Grundbedingung für die Lieferung einer als Kindermilch verwendbaren Rohmilch sind selbstverständlich die Haltung durchaus gesunder Milchtiere, sodann aseptisches Melken und möglichst baldiger Verbrauch der Milch bezw. bis dahin entsprechende Kühlhaltung. Auf welch unerwartet niedriges Maß der Keimgehalt der Rohmilch bei zweckmäßiger Gewinnungs-

weise eingeschränkt werden kann, geht u. a. aus Berichten von V. Willem und A. Minne (1) sowie aus den neuesten Versuchen von Backhaus (2) hervor.

Bei der Häufigkeit der Tuberkulose bei Kühen erfreut sich neuerdings die Ziege als Spenderin von Kindermilch zum Rohgenuß vermehrter Beachtung, während Eselinnen, die eine der Frauenmilch sehr ähnlich zusammengesetzte Milch liefern, in Anbetracht des hohen Preises der letzteren für weitere Volkskreise keine Rolle spielen. Daß ab und zu auch Ziegen von der Tuberkulose befallen werden, hat A. Bulling (1) an einem Falle dargelegt.

Ueber die Frage, ob die Säuglingsmilch von seiten der städtischen Molkereien roh oder pasteurisiert abgegeben werden sollte, hat sich Ostertag (2) geäußert. In diesem Zusammenhang seien auch die Versuche von H. Brüning (1) der Beachtung empfohlen, aus welchen hervorgeht, daß wenigstens bei jungen Tieren eine artfremde rohe Milch unter Umständen weniger günstig wirkt als dieselbe artfremde aber gekochte Milch. Ferner seien die günstigen Ergebnisse erwähnt, welche Hittcher (1) bei Fütterung junger Kälber mit gekochter Milch, der 0,2 Proz. Kochsalz zugesetzt waren, erhalten hat.

Ein weiteres, als Ersatz der Muttermilch dienendes Mittel, dessen Eignung für den genannten Zweck nach den bis vor kurzem herrschenden Ansichten zum vornherein bestritten werden müßte, ist neuerdings von holländischen Kinderärzten auf Grund sehr günstiger Erfahrungen warm empfohlen worden. Es ist dies die frische Buttermilch, welche nach Mitteilungen von M. Stoss (1) in Verbindung mit irgend einem Getreidemehl in gekochtem Zustand verabreicht wird. An Stelle der nicht überall zu habenden Buttermilch kann man sich nach O. Rommel's (1) Vorschlag einer mittelst Milchsäurebakterienreinkultur-Tabletten hergestellten künstlichen Sauermilch bedienen. Daß in der Anwesenheit mäßiger Mengen von Milchsäure in der Nahrung ein an sich ungünstiges Moment nicht zu erblicken ist, geht aus den wohltätigen Wirkungen hervor, welche der Genuß von saurer Milch, Kefir, Mazun u. dgl. bei Erwachsenen zeitigt, und für den Säugling kann die Aufnahme von Milchsäure und Milchsäurebakterien kaum bedenklich erscheinen, nachdem es gewiß ist, daß die Hauptmenge der in den Verdauungswegen nachzuweisenden Bakterien, ganz besonders bei vorwiegender Milchnahrung, aus kräftigen Michsäurebildnern besteht.

§ 78. Kondensierte Milch.

Unter den verschiedenen Verfahren, welche ersonnen worden sind, um Milch in eine handelsfähige Dauerware überzuführen, hat sich die von Gail Borden in Amerika zuerst ausgeführte, auf den von N. Horsford (1) gegebenen wissenschaftlichen Grundlagen beruhende Eindampfung im luftverdünnten Raum bei niedriger Temperatur weitaus am besten bewährt. Kondensierte Milch bildet heute einen wichtigen Welthandelsartikel und ist als solcher in erster Linie berufen, den Ueberschuß der reichlich Milch produzierenden Gebiete an milcharme Gegenden und große Städte abzugeben und so einen Ausgleich in der Versorgung der Völker mit diesem Nahrungsmittel ersten Ranges zu vermitteln.

Das ursprünglich von Gail Borden befolgte Kondensierungsver-

fahren schloß einen Zuckerzusatz nicht in sich. Die beschränkte Haltbarkeit der betreffenden Milch war für den Erfinder ein Anstoß zu weiteren Versuchen, welche das Ziel verfolgten, aus dem mangelhaften Produkt ein besseres, vor allem ein haltbares und transportfähiges zu machen. Das Problem hatte seine glückliche Lösung gefunden, als man die Milch vor dem Eindampfen mit 12 Proz. Rohrzucker versetzte und nach beendigter Eindickung, die auf ein Drittel bis ein Viertel des ursprünglichen Volumens erfolgte, in reine Blechbüchsen füllte, die luftdicht verlötet wurden. Die Hauptmenge der gegenwärtig auf dem Markt vorhandenen kondensierten Milch wird auf solche Weise hergestellt. Neuerdings hat sich das Interesse zum Teil wieder der ungezuckerten Kondensmilch zugewendet, wohl namentlich aus dem Grunde, weil der stark süße Geschmack des gezuckerten Produkts bei vielen Personen unbeliebt ist und weil vom Standpunkt der Säuglingsernährung der unverhältnismäßig hohe Mehrgehalt an Zucker Bedenken erregen muß. Die Technik der Herstellung für gezuckerte und ungezuckerte Kondensmilch, über deren Einzelheiten die bekannten Lehrbücher der Milchwirtschaft von Fleischmann und Kirchner, sowie eine Mitteilung von C. Knoch (1) orientieren, ist ungefähr dieselbe; nur verlangt das ungezuckerte Produkt, wenn es nicht in kurzer Zeit verderben soll, nachträglich eine gründliche Sterilisierung, welche, wie die Sterilisierung gewöhnlicher Milch, die bekannten unerwünschten Nebenwirkungen, nämlich Aenderungen in der Farbe, im Geschmack und in der chemischen Zusammensetzung im Gefolge hat.

Die Anforderungen, welche man in technischer Beziehung an die Qualität der in Kondensationsfabriken zur Verarbeitung gelangenden Milch stellen muß, sind als hohe zu bezeichnen. Zufolge der gleichzeitigen Eindickung sehr großer Milchmengen in den Vakuumpfannen stehen bezüglich des Gelingens immer bedeutende Werte auf dem Spiel, indem es bei Mitverwendung weniger Kannen mit fehlerhafter, im besonderen säuerlicher Milch, im Verlaufe der Fabrikation zu flockigen Ausscheidungen kommen kann, die zu einer fehlerhaften Beschaffenheit des Endproduktes Anlaß geben. Eine scharfe Kontrolle der täglich eingelieferten Milch mittels der S ä u r e b e s t i m m u n g (vergl. S. 55) liegt demnach im Interesse eines ungestörten Betriebes. Aber auch in hygienischer Richtung sollte eine auf tierärztlicher Ueberwachung der Viehhaltungen beruhende Kontrolle in Anbetracht der so häufigen Verwendung kondensierter Milch als Kindermilch nicht fehlen. Wenn auch angenommen werden darf, daß die in Rohmilch allfällig vorhandenen Krankheitserreger durch die im Verlauf der Fabrikation angewendete Erhitzung vernichtet werden, so kann dies von den in kranker Milch vorhandenen Giftstoffen nicht mit Sicherheit behauptet werden. Aus ebenfalls hygienischen Gründen sollte die Verwendung von kaustischen oder kohlensauren Alkalien, wie sie zur Abstumpfung eines zu hohen Säuregrades vorgeschlagen sind, vermieden und eher durch Förderung einer rationellen Gewinnung und Behandlung der Milch auf die Anlieferung eines allen Anforderungen entsprechenden Rohmaterials hingewirkt werden.

Was nun die mykologischen Verhältnisse der fertigen kondensierten Milch betrifft, so liegen diese ganz verschieden, je nachdem es sich um das gezuckerte oder um das nicht gezuckerte Produkt handelt. Für das letztere ist durch die aus der Praxis sich ergebende Notwendigkeit einer Sterilisierung bei Temperaturen von ca. 120° C der Beweis er-

bracht, daß die infolge der Eindickung geschaffenen Konzentrationsverhältnisse für die Auskeimung der Sporen kochfester Bakterien kein Hindernis bilden. Die genannte Sterilisierung bietet daher die Grundlage eines zuverlässig haltbaren Präparates und liegt im eigensten Interesse des Fabrikanten. Leider gibt die in der Technik beliebte Prüfung der frisch hergestellten Dauerware durch Aufbewahrung während einiger Zeit bei Bruttemperatur keinen durchaus sicheren Anhalt über Erfolg oder Nichterfolg des Sterilisierens, indem sich die Entwicklung gasbildender Organismen wohl deutlich durch Auftreibung der Büchsen verrät, während die nicht gasbildenden Arten zum Teil den Inhalt bald in feststellbarer Weise versteifen, zum Teil aber ihre verderbliche Wirkung erst nach langer Zeit erkennen lassen. Man wird sich also gegen unliebsame Betriebsstörungen am besten dadurch schützen, daß man eine für alle Fälle genügende Erhitzung anwendet, die man im übrigen um so weniger hoch zu bemessen braucht, je geringer der Keimgehalt des Büchseninhaltes ist. Die Mittel zur Schaffung dafür günstiger Verhältnisse bieten die Asepsis bei Gewinnung und Behandlung der Milch wie die ebenso wichtige Asepsis bei der Fabrikation.

Die gezuckerte kondensierte Milch hält sich bekanntlich bei Aufbewahrung in geschlossener Büchse auf Jahre hinaus vorzüglich, und auch in dem geöffneten, dem Luftzutritt ausgesetzten Gefäß tritt sozusagen nur oberflächlich eine Zersetzung ein. Die nährstoffreiche Masse ist vor dem Angriff der Bakterien geschützt, weil der hohe Zuckergehalt die letzteren plasmolysiert. Daß in solcher Milch, die kaum mehr als Pasteurisierungswärme erlitten hat, noch lebende Keime vorhanden sind, ist durch geeignete Mittel leicht nachzuweisen. Fr. Sidler (1) hat in sämtlichen von acht untersuchten Büchsen von Milch aus der Fabrik zu Cham in der Schweiz die Anwesenheit von keimungsfähigen Sporen nachgewiesen, und ich selbst konnte mich seinerzeit anhand der Untersuchung von Präparaten genannter Art wie auch von Büchsen der ehemaligen Gesellschaft Nestlé überzeugen, daß nicht nur Sporenbildner, sondern noch in viel höherem Maße verschiedene Kokken einen regelmäßigen Bestandteil der normal beschaffenen Kondensmilch des Weltmarktes bilden. Bei dieser Sachlage scheint es begreiflich, wenn auch in Betrieben entsprechender Art gelegentlich Störungen auftreten, die auf mikrobiologische Ursachen zurückzuführen sind. Ein Beispiel dafür ist in einer Mitteilung von G. H. Pethybridge (1) gegeben, welche das Auftreten geblähter (bombierter) Büchsen betrifft, die kondensierte gezuckerte Magermilch enthielten. Als Ursache der Erscheinung konnte in den fehlerhaften Büchsen die reichliche Entwicklung einer kleinzelligen, zuckervergärenden Hefe (*Torula*: s. Bd. IV, S. 296) festgestellt werden, die anscheinend mit stark verunreinigter Milch ihren Weg in die Fabrik gefunden hatte und weder durch die beim Kondensierungsverfahren angewendete Wärme, noch durch den hohen Zuckergehalt an ihrer Weiterentwicklung verhindert worden war.

Literatur

zum Kapitel Die Milchversorgung.

*Auerbach, Norbert, (1) Milchztg., 1893, Bd. 22, S. 490, und Hyg. Rundsch., 1902, Bd. 12, S. 152. *Backhaus, A., (1) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 522. — (2) Ebenda, 1906, Bd. 35, S. 169. *Beck, Felix, (1) Milchztg., 1895, Bd. 24, S. 72. *Biedert, Ph., (1) Die Kinderernährung im Säuglingsalter, 3. Aufl., Stuttgart 1898. *Brüning, Hermann, (1) Z. f. Tiermedizin, 1906, Bd. 10, S. 198. *Bulling, A., (1) Münch. med. Wochenschr., 1896, S. 474. *Buttenberg, P., (1) Molkereiztg. Berlin, 1903, Bd. 13,

S. 517. ***Dunbar** und **Dreyer,** (1) Deutsche med. Wochenschr., 1900, S. 413. ***Edlefsen,** G., (1) Münch. med. Wochenschr., 1901, Bd. 48, S. 7. ***Fuchs,** Philipp, (1) Die Städteversorgung mit Milch und Säuglingsmilch. Mannheim 1906. ***Flügge,** C., (1) Z. f. Hyg., 1894, Bd. 17, S. 272. ***Gärtner,** (1) Die Fettmilch Wien 1895; s. a. Milchztg., 1895, Bd. 24, S. 73 ***Hagemann,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 640. ***Helm,** Wilhelm, (1) In: Die Milch und ihre Bedeutung für Volkswirtschaft und Volksgesundheit. Hamburg 1903. ***Hesse,** W., (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 35, S. 439. ***Heubner,** (1) Berliner klin. Wochenschr., 1903, Nr. 13. ***Hittcher,** K., (1) Bericht ü. d. Tätigkeit d. Versuchsstation u. Lehranstalt f. Molkereiwesen zu Kleinhof-Tapiau v. 1./IV. 1901 bis 31. III. 1902. ***Horsford,** N., (1) Cit. n. Kirchner, (1). ***Kirchner,** W., (1) Handbuch d. Milchwirtschaft. 4. Aufl., Berlin 1898. ***Knoch,** C., (1) Molkereiztg. Hildesheim, 1903, Bd. 17, S. 1073. ***Kobrak,** E., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 509. ***Lahmann,** H., (1) Die diätetische Blutentmischung als Grundursache aller Krankheiten. 8. Aufl., Leipzig 1897. ***Martiny,** Benno, (1) Molkereiztg. Berlin, 1905, Bd. 15, S. 26. ***Miele,** A., und **Willem,** V., (1) Revue d'Hygiene et de Médecine enfantiles, 1904, Bd. 3, Heft 1. ***Monrad,** J. H., (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 194. ***Oppenheimer,** K., (1) Münch. med. Wochenschr., 1899, S. 1462. ***Ostertag,** (1) Z. f. Fleisch- und Milchhyg., 1903, Bd. 14, S. 1 u. 41. — (2) Ebenda, 1905, Bd. 16, Heft 1. ***Pethybridge,** George H., (1) Economic Proceedings of the Royal Dublin Society, 1906, Bd. 1, S. 306. ***Plehn,** (1) Milchztg., 1905, Bd. 34, S. 227. ***Reiss,** J., und **Fritzmann,** E., (1) Z. f. öffentl. Chemie, 1898, Bd. 4, S. 18. ***Rommel,** Otto, (1) Die Therapie d. Gegenwart, 1905; ref. in Milchwirtsch. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 418. ***Sidler,** Franz, (1) Arch. f. Hyg., 1903, Bd. 47, S. 327. ***Siegert,** F., (1) Münch. med. Wochenschr., 1899, S. 1533. ***Sonnenberger,** (1) Münch. med. Wochenschr., 1897, Nr. 13 u. 14. ***Soxhlet,** F., (1) Münch. med. Wochenschr., 1886, Nr. 15 u. 16; 1891, Nr. 19 u. 20. — (2) Hyg. Rundsch. 1901, Bd. 11, S. 1065. ***Söldner,** (1) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 459. ***Starck,** von (1) Münch. med. Wochenschrift., 1895, S. 976. ***Stoß,** M., (1) Korrespondenzbl. f. Schweizer Aerzte, 1905, Bd. 35, S. 665. ***Szekely,** J., (1) Wiener med. Wochenschr., 1905, Bd. 55, S. 877 u. 945; ref. in Milchwirtschaftl. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 417. ***Thiele,** Paul, (1) Milchztg., 1897, Bd. 26, S. 386. ***Variot,** G., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1904, Bd. 139, S. 1002. ***Verney,** Lorenz, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 646. ***Weigmann,** H., (1) Korrespondenz d. Deutschen milchwirtschaftl. Vereins, 1905, Nr. 65. ***Willem,** V., und **Minne,** A., (1) Revue générale du lait, 1904/05, Bd. 4, Nr. 6 u. 7.

(Manuskript-Einlauf: 18. Juni 1906).

18. Kapitel.

Das Reinzuchtsystem in der Butterbereitung und in der Käserei.

Von Prof. Dr. H. Weigmann.

§ 79. Das Reinzuchtsystem in der Butterbereitung.

Die Einführung des Reinzuchtsystems in die Brauerei durch E. Chr. Hansen und die damit erzielten Erfolge (s. Bd. V, S. 75 u. f.) sind die Veranlassung geworden, daß man auch in anderen Gärungsgewerben den Versuch gemacht hat, die Gärungen durch Reinzuchten zu leiten. Im 5 Molkereigewerbe sind es die Rahmreifung bei der Butterbereitung und die Käsereifung, welche dabei in Betracht kommen.

In den nördlichen Teilen Europas hat man bereits seit langer Zeit Butter aus gesäuertem Rahm oder gesäuerter Milch bereitet, während in den mittleren und südlichen Ländern süßer oder nur schwach saurer 10 Rahm zu diesem Zweck Verwendung finden. Das Sauerwerden des Rahmes wird dabei auf zweierlei Weise erzielt, einmal indem man ihn der freiwilligen (spontanen) Säuerung überläßt, was bei verhältnismäßig

niedriger Temperatur innerhalb 36 oder 48 Stunden geschieht, oder indem man die Säuerung im Rahm dadurch „weckt“, daß man ihm ein Säuerungsmaterial, einen Säurewecker oder ein Sauer zusetzt, wodurch die Säuerung rascher herbeigeführt werden soll. Als Säurewecker benutzte man früher meist Buttermilch von abgebuttertem Rahm oder freiwillig gesäuerte Vollmilch oder besser Magermilch. Diese stellen wohl eine Massenkultur von Milchsäurebakterien dar, nicht selten aber treten auch andere Mikroorganismen in größerer Menge auf, die dann allein schon durch ihre Menge eine abnormale Geschmacksrichtung hervortreten lassen und das Butterfett zersetzen oder direkt eine bestimmte schädliche Wirkung ausüben. In solchen Fällen wird dann der Säuerungs- oder Rahmreifungsprozeß zur Quelle von Butterfehlern, und da diese Fälle ganz außerordentlich häufig waren, ging auch im Molkereigewerbe das Streben dahin, die bisher gebräuchlichen Säurewecker durch Reinkulturen zu ersetzen und so dem Rahmreifungsprozeß die ihm mangelnde Sicherheit zu geben. Es war dann die erste Aufgabe, zu ermitteln, welcher Art der Säuerungsvorgang bei der Rahmreifung ist, und da dieser unschwer als eine Milchsäuregärung zu erkennen war, welcher Art die Erreger dieser Gärung sind. Nach den Ausführungen im 3. und 4. Kapitel wird die spontane Säuerung der Milch in der Hauptsache von Milchsäurebakterien der Sammelart *Streptococcus lacticus* und daneben von solchen der Sammelart *Bacillus aerogenes* hervorgerufen. Erstere entwickeln sich vermöge ihres mehr anaerobiotischen Verhaltens in der Tiefe, während letztere an der Oberfläche wachsen. In welchem Grade die Bakterien dieser letzteren Sammelart an der Reifung des Rahmes beteiligt sind und ob und in welcher Weise sie den Wohlgeschmack der Butter beeinflussen, darüber liegen eingehendere Versuche nicht vor. H. W. Conn (1) schreibt ihnen, wie schon auf S. 78 erwähnt ist, den Sauermilchgeruch zu. Es ist aber kaum zu erwarten, daß sie für sich allein ein normales und haltbares Produkt erzeugen werden; zudem neigt die Mehrzahl der Varietäten dieser Art dahin, einen etwas kohlartigen Geruch hervorzurufen, welcher der Butter natürlich schädlich ist. Hingegen haben zahlreiche Versuche im kleinen wie im großen und die nunmehr langjährigen Erfahrungen der Praxis den Beweis geliefert, daß durch die Mehrzahl der Vertreter der Sammelart *Streptococcus lacticus* ein reiner und angenehmer Geschmack der Butter erzielt wird.

Die ersten ausgedehnten Versuche nach dieser Richtung sind von V. Storch (1) ausgeführt worden. Wie schon auf S. 73 erwähnt ist, hat er eine größere Zahl von Varietäten von Milchsäurebakterien aus Butterproben isoliert, welche gelegentlich periodischer Prüfungen prämiiert worden waren. Storch empfahl im Jahre 1890 als Erster solche einen angenehm säuerlichen Geschmack erzeugende Milchsäurebakterien an Stelle des bisher bei der Säuerung des Rahmes verwendeten Säureweckers. [Fr. Hueppe (1) will in einem Vortrage vor dem Deutschen Milchwirtschaftlichen Verein schon im Frühjahr 1889 auf die Bedeutung der Milchsäurebakterien für die Butterbereitung hingewiesen haben.] Unabhängig von Storch (und von Hueppe) waren auch von H. Weigmann (1 u. 2) Versuche über die Bereitung von Butter mittels Reinkulturen von Milchsäurebakterien vorgenommen und kurz nach der Storch'schen Arbeit veröffentlicht worden. Er ermittelte zunächst in gleicher Weise wie Storch, daß verschiedene Milchsäurebakterien verschiedenen Geschmack und verschiedenes Aroma erzeugen und daß sich

die Reinkulturen in der Praxis, vorsichtig fortgepflanzt, ziemlich lange rein erhalten. Versuche in solchen Betrieben, in welchen fehlerhafte Butter erzeugt wurde, bestätigten dann die Vermutung, daß die Reinkulturen den Säuerungsprozeß zu rektifizieren imstande sind, daß sie also bei dem Auftreten von Butterfehlern mykologischer Natur ein vorzügliches Mittel zur sofortigen Beseitigung derselben sind und unter solch ungünstigen Verhältnissen ein reinschmeckendes Produkt erzielen lassen.

Das System hat sich in der Folge sehr gut bewährt, so daß es verhältnismäßig rasch Eingang gefunden hat und heute bereits sehr verbreitet ist, in den nordischen Ländern und in Schleswig-Holstein so sehr, daß nur noch wenige Molkereisammelbetriebe ohne dasselbe arbeiten. Zur weiteren Erhöhung der Betriebssicherheit ist dann mit der Anwendung der Reinkulturen die Pasteurisierung des Rahmes verbunden worden, anfänglich, auf Grund von Versuchen von H. P. Lunde (1), erst bei der Temperatur von 60—70 ° C, später bei Temperaturen von 85 bis selbst 95 ° C, nachdem man die Erfahrung gemacht hatte, daß gerade der Rahm durch eine kurz dauernde, mit nachfolgender kräftiger Abkühlung verbundene Erhitzung in geeigneten Apparaten am wenigsten von den Milcharten leidet und ein eventueller schwacher Kochgeschmack bei der nachfolgenden Säuerung sich wieder verliert. Diese hohe Erhitzung bedingt eine größere Reinheit der Gärung und damit eine größere Haltbarkeit der Butter. Sie dient aber nicht allein technischen Zwecken, sondern erfüllt auch die von den Hygienikern so oft gestellte Forderung, daß auch der Rahm für die Butterbereitung zur Beseitigung eventuell vorhandener Krankheitskeime sterilisiert werden müsse.

Die bei der Anwendung der Reinkulturen in der Praxis befolgte **Methode** ist folgende. Wie schon angedeutet, wird aus der Reinkultur zunächst ein Säurewecker bereitet. Die Menge desselben soll je nach den Umständen bei der Säuerung 4—10 Proz. betragen. Die dementsprechende Menge Magermilch wird eine Stunde lang bei etwa 95 ° C erhitzt, auf 25 ° C wieder abgekühlt und mit der Reinkultur versetzt. In manchen Betrieben hält man es für zweckmäßig für die Säuerung der Magermilch, diese Temperatur möglichst beizubehalten, weshalb von einigen Technikern Einrichtungen konstruiert wurden, welche diesem Zwecke wie überhaupt der Fortpflanzung des Säureweckers in besonderen Gefäßen dienen. Solche Einrichtungen sind die Säuretonnen von S. Hansen und von L. F. Rosengren (1), der Apparat Rex von N. Bendixen (1) und die Vorrichtung von H. L. Russell (1); sie sind jedoch kein Erfordernis, und es ist für die möglichst lange Erhaltung der Säuerungskraft des fortgepflanzten Säureweckers sogar besser, wenn die Temperatur nicht zu lange gleichmäßig hoch bleibt. Eine Durchlüftung des Säureweckers, wie A. Zoffmann (1) sie vorgeschlagen hat, ist eher schädlich als nützlich, da, wie auf S. 95 gezeigt worden ist, die für die Säuerung des Rahmes günstigen Milchsäurebakterien, die Varietäten der Sammelart *Streptococcus lacticus*, fakultativ anaerob sind.

Es eignen sich aber nicht alle Milchsäurebakterien, selbst nicht alle von der Sammelart *Streptococcus lacticus*, für die Verwendung als künstlicher Säurewecker. Die auf S. 77 und S. 85 erwähnte gärungstechnische Verschiedenheit morphologisch gleicher Milchsäurebakterien ist tatsächlich von größtem, ja fast von entscheidendem Einfluß auf den **Geschmack** und das **Aroma** der Butter. Manche von ihnen rufen einen

herbsauren, andere einen reinsauren, wieder andere einen malzartigen Geschmack hervor, manche erzeugen ein angenehmes obstartiges Aroma, andere sind völlig frei davon; vergl. H. WEIGMANN (3). Daß sich wenig erwünschte, von manchen Milchsäurebakterien erzeugte Geschmacksprodukte, wie der Malzgeschmack mancher Varietäten, ebenfalls auf die Butter übertragen lassen, geht aus einem von H. WEIGMANN (4) angeführten Beispiel hervor. Auch St. EPSTEIN (1), der die Milchsäurebakterien einer Anzahl von künstlichen Säureweckern, sogen. Reinkulturen, isoliert und beschrieben hat, findet, daß sie sich in bezug auf die von ihnen in Milch erzeugten Geschmacksprodukte, teilweise stark, unterscheiden.

Die von A. ZOFFMANN (2) mitgeteilten Beobachtungen über die Beziehung der Form einer Bakterie zu ihrer Säuerungskraft, denen zufolge die durch niedrige Temperatur bewirkte Schwächung derselben die eingliederige, höhere Temperatur und gute Ernährung die mehrgliederige Form des Diplococcus herbeiführen sollen, haben sich nach den Untersuchungen MAC DONNEL's (1) nur teilweise bestätigt, indem nur das letztere zutraf. Dagegen ergaben sich keinerlei Beziehungen zwischen der Form oder dem Grad des Luftzutrittes einerseits und der Säuerungskraft sowie der Qualität der Säuerung (Geschmacksprodukte) andererseits, welche ZOFFMANN ebenfalls behauptet hatte.

Der Geschmack und namentlich das Aroma einer Butter wird aber nicht nur von der Art und Varietät oder Rasse der Milchsäurebakterie bestimmt. Das Butterfett besitzt an sich schon einen von der Fütterung, der Laktation und von anderen Umständen abhängigen Geschmack, den man das primäre Aroma der Butter nennen kann. Außer diesem und dem von der Säuerungsbakterie ausgehenden Aroma erhält aber die Butter, namentlich die Sauerrahmbutter, eine weitere Verstärkung, welche ebenfalls mykologischen Ursprungs ist. Bereits die ersten von H. WEIGMANN (3) bei Einführung der Reinkulturen in die Meiereibetriebe gemachten Erfahrungen gingen dahin, daß zwar das Produkt fehlerfrei und haltbarer wurde, das Aroma desselben sich aber verminderte, und vergleichende Versuche von H. P. LUNDE (1) mit einer der besten STORCH'schen Milchsäurebakterien und einem guten Säurewecker bestätigten diese Erfahrung. Die gleichen Beobachtungen sind ferner von H. W. CONN (2) und von J. R. CAMPBELL (1) mit einem aus reinlich gewonnener Milch nach erfolgter Abrahmung durch freiwillige Säuerung erhaltenen Säurewecker, dem „natural starter" oder „home starter", gemacht worden. Reinkulturen von Milchsäurebakterien allein als Säurewecker angewandt vermindern also das Aroma der Butter. In der Tat enthält ein guter natürlicher Säurewecker neben den großen Mengen von Milchsäurebakterien immer auch noch andere Bakterienarten, ferner Hefen und Oidien, wenn auch nur in geringer Zahl. J. R. SEGELCKE (1) ist der Meinung, daß das nicht schon in der Milch vorhandene, sondern erst bei der Gärung entstehende Aroma der Butter vielleicht einer alkoholischen oder auch einer Buttersäuregärung zu verdanken, jedenfalls aber mit einer, natürlich nur geringfügigen Zersetzung des Fettes verbunden sei. Auch G. GROTENFELT (1) nimmt an, daß das Aroma der Butter mit der Bildung von Alkohol verknüpft sei, findet aber, daß die dazu nötige geringe Menge von manchen Milchsäurebakterienarten erzeugt wird.

H. WEIGMANN (1), der schon bei seinen ersten Versuchen in einem natürlichen Säurewecker eine den Milchzucker alkoholisch und unter gleichzeitiger Bildung von flüchtigen Fettsäuren vergärende Bakterie,

Bacillus K, gefunden hatte, kommt dagegen wieder zu dem Schluß, daß es esterbildende Mikroorganismen sind, welche das Aroma der Butter wesentlich erhöhen, und in gleicher Weise zeigten L. ADAMETZ und M. WILCKENS (1), daß die in Milch alkoholische Gärung erzeugende *Torula lactis* ADAMETZ (s. S. 126) den Geschmack der Butter verbessert. Durch H. W. CONN (3) ist aber auch eine Butteraromabakterie entdeckt worden, welche zu den Eiweißzersetzern gehört. Er ermittelte bei ausgedehnten Butterungsversuchen ferner, daß manche Milchsäurebakterien schlechtes Aroma bewirken, und daß wiederum andere Bakterien, welche einen guten Geschmack hervorbringen, kein oder ein ungünstiges Aroma erzeugen, während dieses häufig mit einer Peptonisierung der Milch in Verbindung steht. Er vertritt deshalb die Anschauung, daß Geschmack, Säure und Aroma drei voneinander unabhängige Faktoren der Butterqualität seien, welche alle drei dem Bakterienwachstum in der Milch bezw. im Rahm entspringen. Die Entstehung des spezifischen Butteraromas ist demnach ebenfalls unabhängig von der Milchsäuregärung, d. h. ist nicht den Milchsäurebakterien sondern anderen, selteneren, peptonisierenden Bakterien zu verdanken. WEIGMANN (3 u. 5) kann, obwohl er ebenfalls eine Aromabakterie in der Klasse der Eiweißzersetzer konstatiert und deren Brauchbarkeit für die Butterbereitung durch praktische Versuche feststellt, jedoch CONN (4) nicht beistimmen, wenn er die Milchsäurebakterien von der Beteiligung an der Bildung des Butteraromas ausgeschlossen wissen will, auch ist er gegenüber CONN der Meinung, daß dieses wohl in einzelnen Fällen von selteneren Aromaerzeugern hervorgebracht werde und dann von besonderem Charakter sei, daß es im allgemeinen aber dem Zusammenwirken mehrerer, wenigstens zweier, in der Milch fast immer vorkommender Aromabildner zuzuschreiben sei. Der obstartige Fruchtester ist nach seiner Erfahrung nicht das richtige Butteraroma, sondern nur ein Teil dieses komplizierten Gärungsproduktes, er ist diejenige Komponente, welche den säurebildenden und Milchzucker vergärenden Bakterien entstammt, während die unerläßliche andere Komponente von peptonisierenden Aromabildnern gebildet wird. M. GRIMM (1) meint dazu, die Erfahrung habe gelehrt, daß die Reinkulturen von Milchsäurebakterien allein schon gute Resultate gezeitigt hätten; der Umstand aber, daß die in den Handel gebrachten Reinkulturen außer Verunreinigungen keine Aromabildner enthalten, ließe die Frage noch offen, ob durch Zusatz von solchen Aromabildnern das Aroma der Butter erhöht werden könne. Und A. MAASSEN (1) hält es, obwohl er WEIGMANN im allgemeinen zustimmt, nicht für unmöglich, daß gewisse feine Nuancen im Aroma und Geschmack doch durch mehr zufällig sich einfindende Aromabildner bedingt werden und mit Hilfe von geeigneten Mischkulturen künstlich erzeugt werden können.

Die in den Handel gebrachten **Reinkulturen** sind teils flüssig, teils trocken und pulverförmig. Im ersteren Falle dient entweder sterilisierte Magermilch oder Molke als Nährboden; zur Bereitung der Trockenkulturen hingegen wird ein Aufsaugungsmittel, wie Stärke, Zucker, Albumin u. dergl., verwendet. Die Kulturen des Handels sind häufig nichts weniger als Reinkulturen. ST. EPSTEIN (1) und M. GRIMM (1) haben sie teilweise stark verunreinigt gefunden, eine sehr viel verbreitete Kultur enthielt sogar keine Milchsäurebakterien. Die Verunreinigungen stammen von den Nährböden oder bei Trockenkulturen von den zur Aufsaugung der Kulturen benutzten Stoffen her, die sich, wie die angeführten, schlecht oder gar nicht von Keimen befreien lassen.

Wenn S. A. Sewerin (1) dazu meint, daß die verunreinigenden Bakterien meist Luftkeime und daher unschädlich seien, auch sehr bald von den Milchsäurebakterien überwuchert würden und also bei der zweiten oder dritten Umimpfung verschwunden wären, so trifft das wohl 5 auf die Luftkeime zu, nicht aber auf die Verunreinigungen der Aufsaugungsmaterialien selbst. Eine andere von Sewerin richtig beurteilte Unvollkommenheit der Trockenkulturen liegt darin, daß vielfach Säuerungsbakterien benutzt werden, welche infolge der fortgesetzten Züchtung auf künstlichen Nährböden ihre Säuerungskraft verloren haben.

10 Was den von Grimm erwähnten Mangel an besonderen Aromabildnern in den künstlichen Kulturen betrifft, so dürfte derselbe auf besonderen Schwierigkeiten beruhen, die sich bei ihrer Anwendung ergeben. Nicht selten, wohl sogar meist, besitzen die Aroma erzeugenden Organismen neben ihrer günstigen auch eine weniger günstige Eigen- 15 schaft, welche unter gewissen Verhältnissen hervortritt und entweder durch Bildung unangenehmer Geschmacksprodukte sich äußert oder eine geringere Haltbarkeit zur Folge hat; so erzeugen die Eiweißzersetzer leicht — wenn nicht gleich, so meist nach längerer Züchtung — bitteren Geschmack, und die Mehrzahl der Esterbildner verursacht in größerer 20 Menge ein Ranzigwerden des Butterfettes. Es ist daher vor allem darauf zu achten, daß alle diese Aromabildner in nur geringer Menge in den „Reinkulturen“ enthalten sind.

Ein anderer Nachteil, welcher sich bei Verwendung der Aromabildner einstellt, ist der, daß die Eigenschaft, aromatische Produkte zu 25 erzeugen, bei andauernder Züchtung in Milch und in künstlichen Nährmedien früher oder später verloren geht und daß dafür vielleicht ebenfalls nur ungünstige Geschmacksprodukte zum Vorschein kommen. Sicher ist es z. B. nur darauf zurückzuführen, wenn E. H. Farrington und H. L. Russell (1) bei ihren Versuchen mit dem *Bacillus Nr. 41* 30 Conn ungünstige Resultate erzielt haben. Bei solchem Verhalten der Aromabildner wäre es notwendig, vor jeder Bereitung einer Kulturserie die Bakterie nochmals einer ziemlich umständlichen Prüfung zu unterwerfen, was bei der fabrikmäßigen Herstellung der Kulturen natürlich unterbleibt, sie auch sehr verteuern würde. Allerdings scheint es ein 35 Mittel zu geben, den Aromabakterien ihre Aromaproduktion wieder anzuzüchten. Nachdem es, wie Th. Gruber (1) mitteilt, im bakteriologischen Laboratorium der Versuchsstation für Molkereiwesen zu Kiel gelungen war, einer Farbstoffbakterie durch Benutzung ihres natürlichen Substrates als Nährboden die verlorene Farbstoffbildung wieder 40 anzuzüchten, ist das gleiche auch bei einigen geruchbildenden Bakterien gelungen, so bei einer Bakterie, welche einen kräftigen Geruch nach gelben Rüben *(Daucus Carota)* hervorruft, durch Benutzung einer Abkochung von Blättern dieser Pflanze und ferner bei den weiter unten zu erwähnenden, im genannten Institut aufgefundenen Erdbeer- oder Ananas- 45 bakterien mittelst wiederholter Ueberimpfung in eine Abkochung von Erdbeerblättern. Manche Bakterien scheinen die günstige Veranlagung zur Aromabildung nicht oder nur sehr spät zu verlieren. So berichtet A. Maassen von seinem *Bac. praepollens*, daß er auch nach einer durch mehrere Jahre fortgesetzten Züchtung auf künstlichen Nährböden die 50 Esterbildung in unverminderter Stärke behalten habe.

Die früher bei Benutzung der spontanen Säuerung des Rahmes zur Butterbereitung gemachte Erfahrung, daß das Aroma der Butter am besten und kräftigsten wird, wenn der Rahm bei möglichst kühler

Temperatur säuert, stimmt mit der Beobachtung überein, daß die Aromabakterien meist ihr Aroma kräftiger entwickeln und länger behalten, wenn sie bei niedriger Temperatur gezüchtet werden. Der *Bacillus aromaticus butyri* SEWERIN z. B. wächst bei 30° C sehr gut, bildet dann aber kein Aroma. 5

Von **Aromabildnern** für die Butterbereitung sind bisher folgende bekannt geworden. Unter Festhaltung der Ansicht, daß auch die Milchsäurebakterien am Aroma der Butter teilhaben, sind zunächst der *Bacillus Nr. 18* STORCH, die Milchsäurebakterie *Hagenberg* WEIGMANN's (4) als besonders kräftige Esterbildner unter den Milchsäurebakterien zu 10 erwähnen, und wenn man den eigenartigen Sauermilchgeruch in das Butteraroma mit inbegriffen wissen will, so wären auch der *Bacillus acidi lactici* HUEPPE und seine Varietäten hierher zu rechnen. Von denjenigen Organismen, welche alkoholische Gärung hervorrufen und dabei Ester bilden, dienen, weil fast immer in der Milch anwesend, der Aroma- 15 bildung in der Butter die Milchzucker vergärenden Hefen (*Torula*-Arten), sowie manche Bakterienarten, wie der *Bacillus ethaceticus* FRANKLAND (s. S. 127) und der auf S. 297 schon erwähnte, von WEIGMANN gefundene *Bacillus K*, der neben Alkohol und Kohlensäure größere Mengen flüchtiger Fettsäuren, speziell Buttersäure, bildet. Der Gehalt der Kefir- 20 körner an der alkoholbildenden *Torula kefir* sowie an kräftig säuernden Milchsäurebakterien hat auch Veranlassung zum Vorschlag gegeben, Kefir zur Säuerung des Rahmes zu verwenden; im Kaukasus scheint er tatsächlich auch zu diesem Zwecke gebraucht zu werden.

Am meisten sind Aromabildner unter den eiweißzersetzenden 25 Bakterien gefunden worden. Unter ihnen wären zunächst die nicht verflüssigenden, dem *Bact. coli* ähnlich wachsenden Bakterien zu erwähnen, die das Casein der Milch bis zur alkalischen Reaktion zersetzen. Auf ihre Mitwirkung an der Aromabildung ist zuerst von CONN und von WEIGMANN hingewiesen worden, später sind solche auch von A. MAASSEN, 30 R. REINMANN und von M. GRIMM wie auch von S. A. SEWERIN gefunden und beschrieben worden.

A. MAASSEN (1) gibt von seiner *Bact. esterificans Stralauense* genannten Bakterie an, daß sie auf Gelatine grauweiße, rundliche, am Rande wenig gekerbte Kolonien bildet und daß ihr Ester- 35 bildungsvermögen bald schwindet. Das von R. REINMANN (1) aus ranziger Butter isolierte, dem *Bact. coli* ähnliche Bakterium rief erdbeerartiges Aroma hervor. Eine ausführliche Beschreibung gibt M. GRIMM (1) von seinem *Bac. aromaticus lactis*. Dieser verändert Milch anfangs nicht, ruft schwache Säuerung und starkes fruchtesterartiges Aroma hervor 40 (Bildung geringer Mengen von Milchsäure und Alkohol). Nach drei Wochen entsteht eine schwach bräunliche Färbung, das Aroma wird intensiver, erst nach 4—5 Wochen erfolgt Ausscheidung von Casein und gleichzeitig Uebergang des esterartigen Aromas in einen käsigen Geruch. Das auf dem Wege der Säuerung ausgeschiedene Casein wird in 45 geringem Grade peptonisiert. Der *Bac. aromaticus butyri* SEWERIN (1) bildet auf Nährgelatine ebenfalls hellgelbbraune flache, im durchfallenden Lichte irisierende Auflagerungen mit unregelmäßig gebuchteten Rändern und lockiger Struktur. Die sporenlosen, kurzen und längeren fadenförmigen, beweglichen Stäbchen verändern Milch nicht und geben ihr 50 erst nach mehreren Tagen angenehmes Obstaroma, früher tritt dieses dann ein, wenn eine Milchsäurebakterie zugleich mit eingeimpft wird.

Von anderen Eiweiß zersetzenden, Gelatine nicht verflüssigenden

Aromabakterien sind dann zu erwähnen: der *Bacillus Nr. 41* Conn, der sporenbildende *Bac. esterificans* Maassen, der Milch gerinnen macht und Geruch nach frischen Aepfeln erzeugt, der *Bac. esterificans fluorescens* Maassen sowie zwei erdbeerartiges Aroma erzeugende Bakterien, nämlich das ebenfalls fluorescierende *Bact. fragariae* Gruber und das *Bact. fragi* Eichholz, dessen Kolonien ähnlich einem Gänseblümchen aussehen. Der *Bacillus Nr. 41* Conn (3) ist ein unbeweglicher, Sporen nicht bildender Bazillus, der in sterilisierter Milch in den ersten Tagen eine schwache Säuerung ohne äußere Veränderung, in nicht sterilisierter Milch schon nach einigen Tagen ein angenehmes Aroma hervorruft, das nach Verlauf von etwa einer Woche schwach, später kräftig käseartig wird, wobei sich die Milch bräunlich färbt und durchsichtig wird. In Butter, speziell in Winterbutter, bewirkt der Bazillus einen für Grasbutter charakteristischen Geruch und Geschmack. Das fluorescierende, mit einem Nebel von Ausläufern umgebene Kolonien bildende *Bact. fragariae* Gruber (1) verändert Milch nicht, gibt ihr aber einen an frische Stallmilch erinnernden Geruch, auf Labquark entsteht ein angenehmer Ananas- oder Erdbeergeruch. Nach einigen Wochen geht das Aroma in einen ammoniakalischen, urinartigen Geruch über, die Reaktion wird alkalisch. Ebensolche Reaktion ruft das *Bact. fragi* Eichholz (1) hervor, das der Milch bei gewöhnlicher Temperatur neben dem Erdbeeraroma noch einen etwas fauligen Geruch verleiht, der jedoch bei kühlerer Temperatur wegbleibt.

Ebenfalls Erdbeergeruch erzeugt *Bact. fragariae II* Gruber (2), das aber Gelatine verflüssigt und die Milch unter saurer Reaktion zum Gerinnen bringt. Gelatine verflüssigende Aromabildner sind ferner der Aromabazillus Weigmann (3), der bei Auflösung der Milch dieser einen angenehmen undefinierbaren Geruch verleiht, der *Bacillus suaveolens* A. Sclavo und B. Gosio (1), der *Bac. butyri aromafaciens* Keith (1), der der Milch leicht säuerlichen Buttergeruch verleiht, und der *Bac. praepollens* Maassen (1). Der letzere ist ein kräftiger Eiweißspalter, der Milch allmählich und unter Ausscheidung derber kugeliger Kristalle peptonisiert und sie dabei bräunlich färbt. In peptonhaltigen Nährböden werden kohlensaures, propionsaures, baldriansaures, ameisensaures und bernsteinsaures Ammoniak sowie andere Eiweißzersetzungsprodukte, außerdem Baldriansäure-Amyläther, die Ursache des Aromas, erzeugt; aus Milchzucker wird namentlich Essigsäure gebildet.

Zu den das Butteraroma hervorrufenden Mikroorganismen rechnet H. Weigmann (3) auch manche Varietäten von *Oidium lactis*. Nach praktischen Versuchen mit solchen bewirken sie durch Erzeugung eines champignonartigen Geschmackes und Geruches den Nußkerngeschmack der Butter (s. S. 188). A. Maassen stimmt dem bei, indem auch er beobachtet hat, daß dabei ein angenehmer honigartiger Geruch entsteht. Gegen die von mancher Seite ausgesprochene Behauptung (s. S. 214), daß *Oidium lactis* das Butterfett zersetze und ranzig mache, ist der gegenteilige Befund von R. Reinmann (1) anzuführen. Obwohl es ja bekanntlich sehr viele verschiedene und verschieden wirkende Oidien gibt, darf doch angenommen werden, daß die meisten der in Milch vorkommenden das Butterfett wohl angreifen, es aber nicht gerade ranzig machen.

Ein von R. Reinmann aus ranziger Butter gezüchteter, dieselbe aber nicht schädlich beeinflussender *Mucor* rief bittermandelölartigen Geruch und Geschmack hervor.

§ 80. Das Reinzuchtsystem in der Käserei.

Wie bei der Butterei, so ist auch bei der Käserei der Zweck des Reinzuchtsystems der, dem Käse eine normale Reifung zu geben und ihm zugleich diejenigen Mikroben zuzuführen welche die für die betreffende Käsesorte charakteristischen Geschmacks- und Geruchsprodukte erzeugen. Die Sicherung der Reifungsrichtung fällt, wie im § 49 ausgeführt ist, den Milchsäurebakterien und zwar den Milchsäurebakterien der Sammelart *Streptococcus lacticus* zu. Ihr Fehlen oder ihre ungenügende, gehinderte Entwicklung kommt am Produkt in der in jenem Paragraphen angegebenen Weise zum Ausdruck.

Daß der Zusatz von natürlichen oder künstlichen **Kulturen von Milchsäurebakterien** bei der Käserei vorzügliche Dienste leistet, ist eine bereits seit langem gemachte Erfahrung, die sich durch neuere Mitteilungen immer wieder bestätigt. So sagt W. Fleischmann (1), daß bei der Bereitung von Emmentaler Käse ein Zusatz von saurer Molke, wenn er auch die Feinheit des Geschmackes und der Masse beeinträchtige, doch den Vorzug hätte, daß er eine übermäßige Gasbildung hemme. F. Graeff (1) zeigt, wie die lange Wei (s. S. 203) verhindert, daß Edamer Käse blaufleckig werden, und ebenso berichtet von der Zande (1), daß die Verwendung von Reinkulturen von Milchsäurebakterien die Bereitung von Edamer Käse ganz wesentlich sicherer gestalte. Auch bei dem dem Schweizer Käse nahestehenden schwedischen Güter- oder Herrengutskäse sind, wie L. F. Rosengren (1) berichtet, Reinkulturen von Milchsäurebakterien mit Erfolg angewendet worden. Und ferner hat F. C. Harrison (1) am Cheddar-Käse eine günstige Wirkung der Milchsäurebakterien-Reinkultur beobachtet. J. R. Campbell (1) ist es sogar gelungen, die an solchem Käse leicht auftretende Entfärbung durch saure Magermilch zu verhüten.

Wenn in solchen Fällen saure Milch oder auch Reinkulturen von Milchsäurebakterien nicht bloß die Reifungsrichtung bestimmt haben, oder vielmehr verhütet haben, daß diese auf Abwege gerät, sondern auch zugleich die Eigenart des Käses in Geschmack und Geruch bewahrt haben, so liegt das teils an dem Umstande, daß der Zusatz an Milchsäurebakterien auf ein gewisses Maß beschränkt blieb, teils daran, daß dieser Zusatz zu roher Milch gemacht worden ist, also die für den Charakter der Käsesorte maßgebenden Mikroorganismen vorhanden waren. Bei Benutzung von pasteurisierter oder aseptischer Milch hat der Zusatz von Reinkulturen von Milchsäurebakterien der Sammelart *Streptococcus lacticus* bis jetzt noch in keinem Falle eine Reifung bewirkt, und Boekhout und Ott de Vries (1), welche früher vermuteten, daß gewisse stäbchenartige Milchsäurebakterien an der Reifung des Edamer Käses mitwirken könnten (s. S. 177), haben sich nunmehr durch praktische Versuche überzeugen müssen, daß weder die Streptokokken noch die Stäbchen von Milchsäurebakterien eine Reifung der aus aseptischer Milch bereiteten Käse bewirken konnten.

Reinkulturen von Milchsäurebakterien, wenigstens solcher der Sammelart *Streptococcus lacticus*, können also nur als Regulator der Reifungsrichtung dienen; der besondere Geschmack und Geruch der Käsesorte muß durch Reinkulturen solcher Bakterien zu erreichen versucht werden, welche eine Reifung und einen Käsegeschmack im allgemeinen, sowie solcher, welche einen Käsegeschmack von besonderer Art hervorzubringen imstande sind. Bei der Unklarheit, welche auf

dem Gebiete der Käsereifung trotz der Fortschritte der letzten Jahre doch immer noch herrscht, und namentlich bei der Unkenntnis der Reifungserreger und Geschmacksbildner der einzelnen Käsesorten kann von einer ausgedehnteren Anwendung des Reinzuchtsystems in der Käserei bis jetzt noch nicht gesprochen werden. Immerhin liegen mehrseitig Berichte über gelungene Versuche vor, die mit **Reinkulturen** sowohl einzelner Bakterien- bezw. Pilzarten wie mit **Mischkulturen** bei manchen Käsesorten angestellt worden sind, und ferner werden bei einigen Weichkäsen tatsächlich schon seit mehreren Jahren teils natürliche teils künstliche Reinzuchten angewandt.

Die ersten Berichte der letzteren Art beziehen sich auf die Verwendung von Kulturen von Penicillien bei der Herstellung von Roquefort-Käse zur Erzeugung der grünen, den eigenartigen Geruch und Geschmack dieses Käses bewirkenden Wucherungen. Schon seit mehreren Jahrzehnten bedient man sich im südlichen Frankreich, wo diese Käsesorte gemacht wird, eines Einsaatmaterials, das man dadurch gewinnt, daß man ein aus Roggen- und Gerstenmehl bereitetes, kräftig säuerliches und gut ausgebackenes Brot schimmeln läßt; vergl. R. Lézé (1). Wenn es ganz mit dem Pilz bedeckt und grün geworden ist, wird es getrocknet und sehr fein gemahlen. Dieses grünliche Mehl wird entweder dem Käsebruch oder besser noch der Milch selbst zugleich mit dem Lab einverleibt. Da die grünen Pilzsporen sich nur bei genügendem Luftzutritt entwickeln, so werden die Käse während der Lagerung in kühlen, nur 5—7° C warmen, feuchten und luftigen Höhlen durch Stechen mit langen Nadeln mit zahlreichen Kanälen versehen, welche der Luft den Zutritt ins Innere gestatten und die Entwicklung des Pilzes gestatten. Bei der Fabrikation von Stilton und Gorgonzola wird die Durchlüftung der Käse dadurch erreicht, daß man den Bruch von zwei aufeinander folgenden Tagen miteinander mischt, wobei infolge der schlechten Bindung von kalten und trockenen mit warmen und feuchten Stellen von selbst Höhlungen entstehen, in welche der Pilz hineinwächst. Bis vor kurzem ist die Zumischung des Pilzes nur erst in der Form von geschimmeltem Brot erfolgt. Erst in der jüngsten Zeit ist die den Roquefort-Geruch erzeugende *Penicillium*-Art von Charles Thom (1) genauer studiert worden; eine Beschreibung dieses *Penicillium Roquefort* ist auf S. 226 des IV. Bandes zu finden.

In einem Bericht über den Betrieb der Roquefort-Käserei in Frankreich schreibt G. Roger (1) neben dem *Penicillium*, das auch er noch als *Pen. glaucum* bezeichnet, seinem *Bac. firmitatis* (microbe du rouge) eine wesentliche, ja dominierende Rolle zu (s. S. 186). Ferner findet sich auch sein *Bac. meldensis* wieder unter der Flora dieses Käses.

Welcher Art die Kulturen sind, welche C. Gorini (1) bei der Bereitung einer Abart des Gorgonzola-Käses, des Grana di Milano, verwendet, ist nicht bekannt. Dieser Käse wird seit kurzer Zeit von einer eigens zu diesem Zweck gebildeten Gesellschaft in Oberitalien mittelst der Reinkulturen von Gorini aus roher Milch hergestellt. Nach einer Mitteilung von Fr. Samarani (1) scheint es sich dabei, zum Teil wenigstens, um Vertreter der von Gorini als Säure und Lab bildenden Bakterien bezeichneten Spaltpilzgruppe (s. S. 171) zu handeln.

Auch O. Johan-Olsen (1) hat es versucht, mit Hilfe seiner auf S. 305 zu erwähnenden „Symbiose-Reinhefe“ in entsprechender Mischung Gorgonzola-Käse zu machen. Bei Verwendung roher Milch war der Erfolg fraglich; die Käse aus pasteurisierter Milch mit Kultur waren

jedoch von schlechterer Qualität als die aus roher Milch ohne Kultur bereiteten (s. auch S. 305).

Für die Bereitung eines anderen französischen Weichkäses, des Camembert, hat wohl zuerst K. HOEFELMAYR (1) Kulturen verwandt, später, noch vor 1898, ebenfalls W. WINKLER (1). In beiden Fällen sind 5 die Bestandteile der Kulturen als Geheimnis gewahrt worden. Die WINKLER'schen Kulturen werden auf dem galizischen Gute Wielkie Drogi zur Herstellung eines „Waldmeister" genannten Käses verwendet, von denen JOS. WILD (1) als von einer sehr gut gelungenen Camembert-Imitation spricht. Durch die auf S. 186 angeführten Forschungen sind 10 nunmehr die Reifungspilze des Camembert wie auch des Brie-Käses bekannt, und sie werden namentlich von G. ROGER (2) in seinem Laboratorium zu La Ferté-sous-Jouarre (Dép. Seine-et-Marne) handelsmäßig hergestellt und an Käsereien abgegeben. Denn auch von dem bei der Reifung des Camembert hauptsächlich in Betracht kommenden weißen 15 Pinselschimmel, dem *Penicillium Camembert*, ist nunmehr von THOM (2) eine eingehendere Beschreibung gegeben worden; vergl. auch Bd. IV, S. 226. Soweit bekannt, werden die Kulturen ROGER's zunächst hauptsächlich in Brie-Käsereien verwendet, in Camembert-Käsereien sollen sie neuerdings ebenfalls mehr zur Anwendung gelangen. In einem anderen 20 Mischungsverhältnis werden die Pilze *Penicillium Camembert*, *Bac. firmitatis* und *Micr. meldensis* auch für Neufchateler- und Coulomnier-Käse verwandt. Ob die von H. W. CONN und seinen Mitarbeitern (s. S. 186) ausgeführten und scheinbar wohlgelungenen Versuche der Bereitung von Camembert- und Brie-Käse schon zu einem Gebrauch der Kulturen in 25 praktischen Käsereibetrieben geführt haben, ist noch nicht bekannt geworden. Seit neuerer Zeit gibt auch P. MAZÉ (2) Reinzuchten für die Bereitung von französischen Weichkäsen an milchwirtschaftliche Betriebe ab. Diese Zuchten bestehen gesondert aus Milchsäurebakterien, *Mycoderma*, *Oidium*, Schimmelpilzen, sowie aus einigen Bakterien, welche sich 30 im „rouge" finden. Diese sind nicht identisch mit ROGER's *Bac. firmitatis* und *Micr. meldentis*. MAZÉ (3) macht übrigens einen Unterschied zwischen *Penicillium album* und *Penic. candidum*; ersteres ist der Reifungspilz für Brie-, Camembert- und Coulomnier-Käse, letzteres für die frisch genossenen Käse Bondon und Coulomnier double crême. 35

Bei Hartkäsen sind Versuche, mit Hilfe eines Zusatzes die Fabrikation sicher zu stellen, zuerst am Edamer Käse gemacht worden und zwar sind diese von einem Praktiker ausgegangen. Wie schon auf S. 203 angegeben ist, wird in Holland bei der Bereitung der genannten Käsesorte vielfach nach einer von P. C. BOEKEL ermittelten Methode 40 eine fadenziehend gewordene Molke, die sogen. lange Wei, angewandt, deren Erreger der *Streptococcus hollandicus* ist. J. W. C. GOETHART (1) hat versucht, an Stelle jener natürlichen unreinen Kultur eine Reinkultur dieses Organismus einzuführen, hat damit aber keinen Erfolg gehabt, weil die Kulturen immer ausgingen. Da er zugleich feststellen konnte, 45 daß die vorliegende Bakterienart stark variierte und in der langen Wei immer in mehreren Varietäten vorhanden war, so setzte er eine Reinkultur aus solchen zusammen und hatte damit günstigere Erfolge bei der Fortpflanzung im praktischen Betriebe. F. W. J. BOEKHOUT (1) bekämpft die gleiche Schwierigkeit dadurch, daß er dem Organismus 50 diejenigen Begleitbakterien beigibt, die ihn vermutlich lebenskräftig erhalten. Das sind nach seinen Untersuchungen gewisse Milchzucker vergärende Hefen, *Torula*-Arten, die dann noch durch ihre Esterbildung

zum Aroma des Käses beitragen. Inzwischen hat aber die Verwendung von Reinkulturen des *S. hollandicus* keine weiteren Fortschritte gemacht, was leicht verständlich ist, wenn man die Mitteilungen B. MARTINY's (1) über Versuche in Betracht zieht, welche vom landwirtschaftlichen Verein für Nordholland unter Aufsicht mehrerer Fachmänner in einer Käserei ausgeführt wurden. Aus diesen Versuchen wurde ersichtlich, daß eine gewöhnliche saure Molke, wenn sie normal ist, dieselbe günstige Wirkung (schnelleres Abtrocknen und Reifen der Käse, Verhütung von Blähung und anderen Fehlern) ausübt wie die lange Wei. Der Vorzug der letzteren besteht nur darin, daß ein Abnehmen der Vitalität des Streptokokkus sich sogleich am Aufhören des Schleimigwerdens bemerkbar macht. Es handelt sich hier also in der Hauptsache ebenfalls nur um die schon erwähnte günstige Wirkung von natürlichen Kulturen von Milchsäurebakterien in der Käserei überhaupt und nicht um eine eigentliche Reifungsbakterie, und in der Tat wird in Holland die Mehrzahl der Edamer Käse ohne lange Wei hergestellt.

Mit Bezug auf den Emmentaler Käse ist schon auf S. 176 gesagt worden, daß E. VON FREUDENREICH und J. THÖNI mit Reinkulturen der Milchsäurebakterien *Bacillus casei* α, ε, γ und δ solche Käse zubereitet haben, daß diese aber nicht ganz befriedigend ausfielen. Neuerdings teilt nun E. VON FREUDENREICH (1) mit, daß die Resultate günstigere geworden seien, seitdem man die Kulturen nicht wie früher zusammen mit Kunstlab angewendet, sondern sie den Schotten (gesäuerter erhitzter Molke) zusetzt, mit denen das Naturlab zubereitet zu werden pflegt. Auf diese Weise wurden also die genannten Bakterien in größerer Menge, aber allerdings nicht in Reinkultur, der für den Käse bestimmten rohen Milch zugeführt. Als ein Beweis für die Richtigkeit der E. VON FREUDENREICH'schen Annahme, daß diese Milchsäurebakterien die alleinigen Urheber der Reifung des Emmentaler Käses seien, können solche Käsungsversuche natürlich nicht angesehen werden. Etwas anders liegt die Sache bei den auf S. 169 ebenfalls schon erwähnten Versuchen von L. ADAMETZ mit Reinkulturen seines *Bacillus nobilis*. Wenngleich ADAMETZ dieser Bakterie auch die Reifung des Emmentaler Käses (s. S. 169 und 176) zuschreibt, so liegt deren Bedeutung ebenso darin, daß sie das Aroma dieses Käses hervorrufen soll (S. 169). Auf die ersten Berichte über glückliche Erfolge mit dem *B. nobilis* stellte auch E. VON FREUDENREICH (2) Versuche mit einer inzwischen handelsmäßig in trockener Form hergestellten Kultur dieser Bakterie, Tyrogen genannt (s. S. 169), an, jedoch mit großem Mißerfolg. Nach W. WINKLER's (2) kritischer Beleuchtung dieser Versuche erklären sich die ungünstigen Resultate (die sich bei näherer Untersuchung auf einen unter acht Käsen reduzieren sollen) mit dem *B. nobilis* dadurch, daß bei den damit bereiteten Käsen Kunstlab, bei den Kontrollkäsen dagegen Naturlab verwendet worden war. (Man vergleiche dazu die soeben angeführte Erklärung E. VON FREUDENREICH's der früheren weniger günstigen Resultate bei seinen eigenen Versuchen.) W. WINKLER berichtet nun über weitere günstiger verlaufene Versuche an einigen anderen Stellen, welche darzutun scheinen, daß der *B. nobilis* der Erreger des spezifischen Emmentaler Käsegeruchs und -Geschmackes ist.

Den Standpunkt, daß die Käsereifung, wenn sie auch je nach der Käsesorte von einer besonderen Bakterien- oder Pilzart beeinflußt oder sogar beherrscht wird, im allgemeinen doch einer Symbiose oder Metabiose mehrerer Organismen zugeschrieben werden muß, vertritt (s. S. 184)

auch O. JOHAN-OLSEN. Auf Grund seiner Untersuchungen hat er eine Flora von einigen Bakterien und Pilzen in Kulturen zusammengestellt, welche er je nach der zu bereitenden Käsesorte variiert, teilweise wohl auch kompletiert. JOHAN-OLSEN (2 u. 3) bereitete früher schon aus einer solchen Mischkultur, die er Symbiose-Reinhefe nennt, sogen. Gammelost. 5 Das Gemisch bestand dabei aus Milchsäurebakterien, seinem *Chlamydomucor casei*, wie auch *Mucor casei I* und *Penicillium aromaticum casei*. Versuche in größerem Maßstabe sind mit diesen OLSEN'schen Kulturen auf Veranlassung und mit Unterstützung des norwegischen Landtages in verschiedenen Molkereibetrieben Norwegens von einigen praktischen 10 Fachleuten und unter Aufsicht des Betriebsleiters O. WENNEVOLD ausgeführt worden, über welche der Landwirtschaftsminister berichten läßt; vergl. darüber unter JOHAN-OLSEN (1). Es war hier hauptsächlich Wert darauf gelegt worden, festzustellen, ob es gelingt, aus pasteurisierter Milch unter Zusatz der Mischkultur ebenso gute und normale Käse zu 15 gewinnen wie aus gewöhnlicher Milch ohne diesen Zusatz. Die Resultate waren bei den verschiedenen Käsesorten folgende. Beim Nögel-Käse hat sich gezeigt, daß aus pasteurisierter Milch mit Reinkulturen gute Käse gewonnen werden können, obwohl die Käse aus gleich behandelter Milch und einem Zusatz von Buttermilch gleich gut waren. 20 Die Käse aus roher Milch ohne Kultur wurden gleichmäßiger in Qualität, dagegen war diese im ganzen bei Anwendung der Kultur sowohl bei pasteurisierter wie bei unpasteurisierter Milch besser als ohne solche. Die Versuche mit Gouda-Käse scheinen unter recht ungünstigen Verhältnissen ausgeführt worden zu sein, denn auch die 25 Käse aus unpasteurisierter Milch ohne Kultur fielen recht verschieden aus, desgleichen diejenigen mit Kultur; dagegen waren die Käse aus pasteurisierter Milch mit Kultur schon ziemlich besser als die aus roher Milch ohne solche. Freilich hatte man auch hier wieder mit Buttermilch die gleichen Erfolge erzielt. Die Resultate bei Gorgonzola-Käse 30 sind schon auf S. 302 angegeben, sie sind im ganzen nicht besonders günstig. Ebenso war es mit den Versuchen bei Gammelost, die allerdings ebenfalls unter ungünstigen Verhältnissen ausgeführt wurden. JOHAN-OLSEN und WENNEVOLD bemerken zu diesem Bericht, daß die Zahl der Versuche mit pasteurisierter Milch zu gering gewesen sei, um 35 ausschlaggebend für eine Begutachtung der Brauchbarkeit der Kulturen zu sein, das Personal sei an die wesentlich veränderte Arbeitsweise, welche die Pasteurisierung der Milch erfordert, nicht gewöhnt gewesen.

Die **Verwendung** von **pasteurisierter Milch** zur Bereitung von Käsen mit Hilfe von Reinkulturen würde der gleichen Maßnahme bei 40 der Butterei entsprechen. Wie dort so ist auch hier der Zweck der, die durch Zusatz von Kulturen zur rohen Milch angestrebte Sicherheit der Gewinnung eines möglichst fehlerfreien Produktes von besserer Qualität noch zu erhöhen. Es haben sich aber bei Benutzung der pasteurisierten Milch Schwierigkeiten in den Weg gestellt, die sich 45 namentlich auf die Bereitung eines normalen Bruches beziehen und welche auf den Veränderungen beruhen, die die Milch beim Erhitzen erleidet. Ueber die Art dieser Veränderungen finden sich Angaben auf den Seiten 146 und 280—283. Dem dort Gesagten möge hier noch hinzugefügt sein, daß, wie H. WEIGMANN (6) an Kalkcaseinlösungen ge- 50 zeigt hat, das Casein eine Verminderung seines Quellungszustandes erleidet. Diese Kontraktion des Kalkcaseins der Milch und die chemischen Veränderungen an demselben sowie die Ausscheidung des Albumins sind

es wahrscheinlich hauptsächlich, warum der durch Lab erzeugte Bruch aus pasteurisierter Milch nicht das feste zähe Gefüge hat wie der aus roher Milch, sondern weich und leicht zerfließend bleibt.

Die Veränderungen der Milch durch das Erhitzen machen sich bei der Verarbeitung zu Käse zunächst in einer starken Verminderung ihrer Labfähigkeit bemerkbar. Diese erfährt, wie schon auf S. 146 ausgeführt worden ist, nach E. von Freudenreich bei einer Erhitzung auf 68 bis 69° C während der Dauer von 30 Minuten noch keine Verminderung, und Fr. Baumann gibt an, daß Vollmilch die Fähigkeit, in einem zusammenhängenden Bruch zu gerinnen, dann noch behält, wenn sie bei 60° C 3—4 Stunden, bei 70° C 2 Stunden, bei 80° C eine Viertelstunde erhitzt wird. Magermilch könne sogar 3 Stunden auf 70° C ohne Beeinträchtigung ihrer Labfähigkeit erhitzt werden (vergl. S. 146 bis 147). Aus den Untersuchungen von H. Conradi (1), bei dem sich auch noch weitere diesbezügliche literarische Angaben finden, geht weiter hervor, daß die chemische und physikalische Veränderung der Milch bei einer Erhitzung über 80° C sich in einer Herabdrückung des Koagulationspunktes gegenüber Chlorcalcium und in einer Hinausschiebung der Labfällung kundgibt; auch ist das Coagulum einer so erhitzten Milch locker und unzusammenhängend. Nach O. Jensen's Angaben tritt diese Veränderung bei länger andauernder Erhitzung schon früher ein. Er stellt fest, daß der Säuregrad der Milch bei einer einstündigen Erhitzung bei 77,5—80° C sein Minimum erreicht, und daß dabei die Labzeit, die auch schon über 40° C langsam zunimmt, plötzlich sehr stark ansteigt, darauf bei weiterer Zunahme der Temperatur ziemlich konstant bleibt, um sich dann, wenn das Casein sich bräunt, bis ins Unendliche auszudehnen.

Bei praktischen Versuchen hat sich gezeigt, daß die kurzdauernde Erhitzung auf 80—85° C, wie sie die Milch beim Durchgang durch die in Meiereien üblichen Pasteurisierapparate erfährt, für manche Käse, welche einen festen Bruch nicht erfordern, ohne Nachteil ist, wenn nur eine etwas höhere Menge Lab und eine etwas höhere Temperatur angewendet werden; vergl. P. Vieth (1) und H. Weigmann (5). Und ferner zeigten J. Klein und A. Kirsten (1), daß auch eine viertelstündige Erhitzung auf 75° C für Backsteinkäse unschädlich ist, daß dagegen Milch, auf 85° C 10 Minuten lang erhitzt, sich nicht mehr ohne Zusätze verkäsen läßt.

Es ist schon durch die bekannten Versuche von Fr. Söldner, P. Hillmann u. a. (s. S. 147) erwiesen, daß sich die Verkäsungsfähigkeit der Milch, bis zu einem gewissen Grade wenigstens, wiederherstellen läßt, wenn man die durch die Erhitzung unlöslich gemachten Kalksalze entweder durch Säure wieder löslich macht oder durch andere lösliche Kalksalze, Chlorcalcium, ersetzt. So gelang es auch J. Klein und A. Kirsten (1 u. 2) bei praktischen Versuchen, aus Milch, welche durch 10 Minuten langes Erhitzen auf 85° C verkäsungsunfähig geworden und deren Verkäsungsfähigkeit durch einen Zusatz von 40 g Chlorcalcium auf 100 kg Milch wiederhergestellt worden war, gut reifende und fast normale Käse zu erhalten. Auch aus einer 2 Minuten lang auf 100° C erhitzten Milch konnte auf diese Weise ein zwar sehr molkenreicher und ziemlich schmieriger aber doch noch guter Käse erhalten werden. G. Hamilton (1) will sogar mit einer auf 102° C erhitzten Milch gute Käse erhalten haben. Die Gewinnung eines ziemlich normalen Produktes gelang jedoch nur bei Weichkäsen — Back-

stein- und Romadurkäsen, G. Fascetti (1) vermochte so auch Stracchino di Milano herzustellen — und durch eine erhöhte Labtemperatur (40° C), sowie ferner auch bei Sauermilchkäsen, wenn 10 Proz. sauer geronnener Magermilch zugesetzt wurden. Für die Gewinnung von Hartkäsen aus stark pasteurisierter Milch fehlte es Klein und Kirsten an einem 5 wirksamen Mittel für die Befreiung des Bruches von dem zu starken Wassergehalt. Dagegen ist es R. du Roi (1) wieder gelungen, aus Milch, welche in einem aus sechs Elementen bestehenden Kleemann'schen Regenerativerhitzer allmählich auf 100° C erhitzt worden war, unter Benutzung der noch zu erwähnenden Klein'schen Methode des Zusatzes 10 mittelreifen Käses normal reifende Tilsiter Käse zu erhalten. Und H. Tiemann (1) berichtet, daß es ihm gelungen sei, einen anderen Hartkäse aus stark pasteurisierter Milch herzustellen.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß sich auch aus hochpasteurisierter Milch bei den im praktischen Betriebe vorliegenden Verhältnissen 15 bei manchen Käsesorten ein Produkt von normaler Beschaffenheit und normaler Reifung erhalten läßt, wenn die Methode entsprechend geändert wird. Ob es aber auch bei den härteren Käsen gelingen wird, einen normalen Bruch zu gewinnen, muß vorläufig noch stark in Zweifel gezogen werden, da, wie Klein schon hervorgehoben hat, es an Mitteln 20 fehlen wird, dem Bruch das Wasser in dem verlangten Maße zu entziehen und ihm die nötige Festigkeit zu geben. Versuche, aus pasteurisierter Milch normal beschaffene Schweizer und Edamer Käse zu gewinnen, sind bis jetzt noch nicht gelungen; vergl. S. 178. Neuerdings hat man mehrfach versucht, als Material für die Käsebereitung mit 25 Hilfe von zugesetzten Kulturen möglichst aseptisch gewonnene Milch zu verwenden, um die erwünschte Keimarmut zu erlangen.

Es mag auffallen, daß bei den Versuchen von Klein und Kirsten die aus pasteurisierter Milch hergestellten Käse auch ohne Zusatz von Kulturen usw. normal reiften, nachdem doch durch die Pasteurisierung 30 die Keime stark vermindert und vermutlich auch die eigentlichen Käsereifer abgetötet worden sind. Auch ist ja durch die Arbeiten von F. Schaffer und St. Bondzynski, von E. von Freudenreich, von Boekhout und Ott de Vries u. a. der Nachweis geführt, daß Käse aus pasteurisierter Milch wegen des Mangels an den entsprechenden Bak- 35 terien nicht reift. Der Widerspruch klärt sich auf, wenn man annimmt, daß im ersteren Falle durch die bei der Verarbeitung benutzten Instrumente Bakterien, namentlich Milchsäurebakterien, in die Milch und in den Bruch gelangt sein müssen. Sind doch auch bei den Versuchen von E. von Freudenreich (2) mit Emmentaler Käsen einige gereift. 40 Außerdem reifen die von Klein und Kirsten hergestellten Käsesorten ganz besonders von außen und erhalten die für ihre Reifung notwendigen Bakterien leicht von den Bänken, auf denen sie lagern und die für die gleiche Käsesorte früher schon benutzt worden waren. Sicherer wurde aber auch von Klein und Kirsten die normale Reifung erreicht, 45 wenn sie der pasteurisierten Milch Teig von bereits stark angereiften Käsen der gleichen Sorte hinzufügten. Diese Idee, in Ermangelung der Kenntnis der Reifungserreger eines Käses und somit in Ermangelung von Kulturen solcher Teile eines reifen Käses zur Impfung zu verwenden, ist zuerst von E. von Freudenreich (3) praktisch verwertet 50 worden, und ebenso hat schon A. Küster (1) frischen Kümmelkäse mit altem geimpft, um auf diese Weise ein schnelleres und gleichmäßigeres Reifen zu erzielen. Es ist aber das Verdienst Klein's, diese Art der

Impfung der Milch zum Zwecke der Erreichung einer sicheren Reifung vervollkommnet zu haben, indem er z. B. auch zeigte, daß nicht der reife Käse die richtigen Reifungserreger enthält, sondern der im Beginne der Reifung befindliche viertelreife Käse, was mit den Erfahrungen bei den Studien über die Käsereifung völlig übereinstimmt. KLEIN will diese Methode der Impfung auch auf nicht pasteurisierte Milch und auf die Käserei im allgemeinen angewendet wissen, und man wird ihm darin beistimmen müssen, bevor wir nicht Kulturen von Reifungserregern selbst besitzen und bevor nicht die Methode ihrer Anwendung genügend ausgebildet ist. Einen erfolgreichen Gebrauch von dieser Methode der Zufügung angereiften Käses hat E. FASCETTI bei der schon auf S. 307 erwähnten Bereitung von Stracchino di Milano aus pasteurisierter Milch gemacht.

Wie bei der Butter so gibt es auch bei den Käsen besondere **Aromabildner.** Bei der noch unvollständigen Lösung der Frage der Käsereifung kann kaum die Rede davon sein, anzugeben, in welchem Maße der spezifische Geschmack eines Käses von den reifenden oder dem hauptsächlich reifenden Mikroben verursacht wird, jedenfalls aber gibt es gewisse Organismen, von denen ein solcher spezifischer Geschmack und Geruch ausgeht. Es braucht nur an die Pilze des Roquefort, des Camembert, sowie an den *Bacillus nobilis* ADAMETZ und die verflüssigenden Kokken von WEIGMANN und von E. VON FREUDENREICH (s. S. 168—171) sowie an das *Paraplectrum foetidum* WEIGMANN erinnert zu werden. Daneben gibt es aber, wie von verschiedenen Bakteriologen festgestellt worden ist, auch solche Mikroorganismen, welche durch Esterbildung mit und ohne nachfolgenden Käsegeruch zum Aroma der Käse im allgemeinen beitragen. Solche Aromabildner sind z. B. von E. VON FREUDENREICH (4) und von P. MAZÉ (1) in französischen Weichkäsen und von H. WEIGMANN (5), J. W. C. GOETHART (1) und F. W. J. BOEKHOUT (1) in der langen Wei der Edamer Käse in Form von Milchzucker vergärenden Hefen (*Torula*) gefunden worden. Offenbar tragen alle diejenigen Mikroorganismen, welche bei saurer Reaktion einen allgemeinen Obst- oder einen Erdbeer- oder Ananas-Geruch erzeugen und Milchzuckervergärer sind, ebenfalls zum Aroma der Käse bei, speziell bei solchen Käsen, welche säuerlichen Charakter haben, wie der Edamer und namentlich der Cheddarkäse. Kann man doch in den Kältereifungsräumen Amerikas, wo normale, nicht schimmelig gewordene Cheddarkäse lagern, einen deutlichen Obstgeruch wahrnehmen.

Mehr noch dürften die Käsearomabakterien unter den Eiweißzersetzern zu suchen sein. Wie im vorigen Paragraphen schon angegeben ist, befinden sich unter den Butteraromabakterien schon mehrere, welche nach Entwicklung des Aromas einen käsigen Geruch hervorbringen. Es gibt deren sicher recht viele, wenn sie bisher auch wenig gekannt sind. H. WEIGMANN (5) hat gelegentlich der Untersuchung von langer Wei in mehreren Proben solche gefunden, eine unter ihnen entwickelte sogar einen spezifischen Edamer Käsegeruch. Eine von LEHMANN und NEUMANN *Bacillus bernensis*, von T. MATZUSCHITA richtiger *Bac. odoratus* genannte Aromabakterie hat R. BURRI (1) in Emmentaler Käse gefunden und genauer beschrieben.

Literatur

zum Kapitel Das Reinzuchtsystem in der Butterbereitung und in der Käserei.

***Adametz,** L., und **Wilckens,** M., (1) Landw. Jahrbücher, 1892, Bd. 21, S. 131. ***Bendixen,** N., (1) Milchztg., 1899, Bd. 28, S. 520 u. 808. ***Boekhout,** F. W. J., (1)

Landbouwkundig Tijdschrift, 1898, 1. Afl., S. 49; 3. Afl., S. 145. ***Boekhout,** F. W. J. und **Ott de Vries,** J. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 15, S. 321. **Burri,** R., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 609. ***Campbell,** J. R., (1) Transactions of the Highland and Agric. Soc. of Scotland, 1898. ***Conn,** H. W., (1) 12. Ann. Rep. Storrs Agric. Exper. Stat., Storrs Conn., 1899, S. 13. — (2) 13. Ann. Rep. etc., 1900, Bull. Nr. 21. — (3) 7. Ann. Rep. etc., 1894, S. 57, und 8. Ann. Rep. etc., 1895, S. 17, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 385. — (4) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 177. ***Conradi,** H., (1) Münch. mediz. Wochenschr., 1901, Bd. 48, S. 175. ***Eichholz,** W., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 425, und Arbeit. d. Versuchsstat. f. Molkereiw. Kiel, 1903, Heft 3, S. 57. ***Epstein,** St., (1) Arch. f. Hyg., 1900, Bd. 37, S. 329. ***Farrington,** E. H., und **Russell,** H. L., (1) 12. Ann. Rep. Agric. Exp. Stat. Univers. Wisconsin, 1896, S. 174. ***Fascetti,** G., (1) Annuario d. R. Staz. Sperim. di caseificio di Lodi, 1903, S. 52. ***Fleischmann,** W., (1) Lehrbuch d. Milchwirtschaft, 1893. ***Freudenreich,** E. **von,** (1) Schweiz. Milchztg., 1905; ref. in Deutsch. milchw. Ztg., 1906, S. 502. — (2) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1891, Bd. 5, S. 17. — (3) Ebenda, 1894, Bd. 8, S. 238. — (4) Ebenda, 1894, Bd. 8, S. 207; 1902, Bd. 16, S. 91, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 674. ***Goethart,**, J. W. C., (1) Landbouwkundig Tijdschrift, 1897, 5. Afl., S. 261. ***Gorini,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt. 1906, Bd. 15, S. 791. ***Graeff,** F., (1) Molkereiztg. Hildesheim, 1891, Bd. 5, S. 183. ***Grimm,** M., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 584. ***Grotenfelt,** G., (1) Fortschritte d. Medizin, 1889, Bd. 7, S. 121. ***Gruber,** Th., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 705, und Arb. d. Versuchsstat. f. Molkereiw. Kiel, 1903, Heft 3, S. 27. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 122, und Arb. d. Versuchsstat. f. Molkereiw. Kiel, 1905, H. 4, S. 95. ***Hamilton,** G., (1) Milchztg., 1900, Bd. 29, S. 145, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 806. ***Harrison,** F. C., (1) Transactions of the Canadian Instit. Agric. Exper. Coll. Guelph, 1901, Bd. 7, S. 131. ***Hoefelmayr,** K., (1) Kurze Zusammenstellung meiner Forschungen a. milchw. Gebiete in Frankreich, 1891; als Manuskript gedr. ***Hueppe,** Fd., (1) Naturwiss. Einführung in die Bakteriologie. Wiesbaden 1896. ***Johan-Olsen,** O., (1) Aarsberetning angaaende de offentl. Foranstaltninger til Landbrugets Fremme i Aaret 1901. Kristiania 1901. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 161. — (3) Undersögelser over ost og ostegjaering. Kristiania 1905. ***Keith,** (1) Chemical News, 1897, Bd. 76, S. 151. ***Klein,** J., und **Kirsten,** A., (1) Milchztg., 1898, Bd. 27, S. 785. — (2) Ebenda, 1900, Bd. 29, S. 177; 1901, Bd. 30, S. 1. ***Küster,** A., (1) Molkereiztg., Berlin, 1896, S. 604. ***Lézé,** R., (1) Préparation et maturation des caillés de fromagerie. Paris 1905. ***Lunde,** H. P., (1) 22. Beretning kgl. Veter.- og Landbohöjskoles Laborat. f. landökon. Forsög, 1891, S. 67. ***Maassen,** A., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1899, Bd. 15, S. 500. ***Mac Donnell,** M. E., (1) Dissert., Kiel 1899. ***Martiny,** B., (1) Milchztg., 1897, Bd. 26, S. 33. ***Mazé,** P., (1) Ann. Pasteur, 1903, Bd. 17, S. 11. — (2) Institut Pasteur. Service de chimie agricole. Instructions pour le mode d'emploi des ferments de la fromagerie. Décembre 1905. — (3) Ann. Pasteur, 1905, Bd. 19, S. 378. ***Reinmann,** R., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 131. ***Roger,** G., (1) Rapport à M. le Ministre de l'Agric. sur la mission etc. concernant l'étude des procédés de la fabric. des fromages dans la région des Cévennes. Meaux 1900. — (2) Fabricat. de from. de Brie par l'emploi des ferments naturels et des spores de mucédinées. Meaux 1900. ***du Roi,** R., (1) Der Landbote, 1901, Nr. 52. ***Rosengren,** L. F., (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 277. — (2) Nordiske Mejeri Tidning, 1901, Nr. 28; ref. in Kochs Jahresb., 1901, Bd. 12, S. 296. ***Russell,** H. L., (1) 15. Ann. Rep. Agric. Experim. Stat. Univers. Wisconsin, 1898, S. 73. ***Samarani,** Fr., (1) Milchw. Centralbl., 1905, Bd. 1, S. 251. ***Sclavo,** A., und **Gosio,** B., (1) Cit. n. Maassen (1). ***Segelcke,** J. R., (1) L'industrie laitière, 1878, Bd. 3, Nr. 5. ***Sewerin,** S. A., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 202. ***Storch,** V., (1) 18. Beretning kgl. Veter.- og Landbohöjskoles Laborat. f. landökon. Forsög. Kjöbenhavn 1890. ***Thom,** Charles, (1) Journal of Mycology, 1905, S. 117. — (2) Fungi in cheese ripening: Camembert and Roquefort. U. S. Depart. of Agric., Bureau of animal industry, Bull. Nr. 82. Washington. ***Tiemann,** H., (1) Milchztg., 1901, Bd. 30, S. 194 u. 386. ***Vieth,** P., (1) Milchztg., 1898, Bd. 27, S. 193. ***von der Zande,** (1) Oesterr. Molkereiztg., 1905, Bd. 12, S. 317. ***Weigmann,** H., (1) Landw. Wochenbl. f. Schleswig-Holstein, 1890, Bd. 40, S. 549, und Milchztg., 1890, Bd. 19, S. 593. — (2) Landw. Wochenbl. f. Schleswig-Holstein, 1890, Bd. 40, S. 869, und Milchztg., 1890, Bd. 19, S. 944. — (3) Milchztg., 1896, Bd. 25, S. 793. — (4) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 825. — (5) Ebenda, 1897, Bd. 3, S. 497. — (6) Jahresber. d. Versuchsstat. f. Molkereiw. Kiel 1897/98 und 1898/99. — (7) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 150. ***Wild,** J., (1) Oesterr. Molkereiztg., 1898, Bd. 5, S. 221. ***Winkler,** W., (1) Cit. n. Wild (1). — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 97. ***Zoffmann,** A., (1) Maelkens Syrning og Bacteriernes Betydning i Mejeriet. Kjöbenhavn 1892. — (2) Milchztg., 1898, Bd. 27, S. 519.

Fünfter Abschnitt.

Mykologie der Haltbarmachung von Fleisch, Gemüse und Tierfutter.

(Manuskript-Einlauf: 17. Juli 1906.)

19. Kapitel.

Die Haltbarmachung von Gemüse und Tierfutter durch Einsäuern.

Von

Geh. Regierungsrat Dr. Rudolf Aderhold,
Direktor der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem bei Berlin.

§ 81. Allgemeines. Geschichte und äußerer Verlauf der Gemüse- und Futtersäuerungen.

Daß man gewisse Gemüse einsäuert, d. h. einer freiwilligen Gärung überläßt und sie dadurch haltbar macht und in einen besonderen geschmacklichen Zustand versetzt, ist ein alter Brauch. Hehn (1) spricht die Vermutung aus, daß das Sauerkraut eine tatarische, von den Slaven adoptierte Erfindung sei, und daß auch das Einsäuern der Gurken von den Slaven nach Deutschland gebracht worden sei. Es ist nach ihm dort noch heute vornehmlich in den ehemals von slavischen Volksstämmen bewohnten Teilen üblich. Von der Einsäuerung wird in der Tat noch heute in Rußland und den ehemals polnischen Ländern ein größerer Gebrauch gemacht als bei uns. Während in Deutschland nur Weißkraut, Gurken, Bohnen und allenfalls grüne Erbsen eingesäuert werden, legt man in Rußland auch rote Rüben, Tomaten und Aepfel, dazu das Kraut in einer uns unbekannten Mannigfaltigkeit ein. Freilich sind diese Konservierungen fast ganz auf den Haushalt beschränkt. Eine industrielle Herstellung erfahren bei uns in Deutschland nur Sauerkraut, Sauergurken und seltener auch Sauerbohnen.

Das Einsäuern der Futtermittel scheint wenigstens für Deutschland jüngeren Datums zu sein. Indes führt Kühn (1) an, daß es in den Landwirtschaften Schwedens und der russischen Ostseeprovinzen eine sehr alte Praxis sei, die von dort nachweislich schon im Anfange des 18. Jahrhunderts auch nach Deutschland gekommen sei. Hier wurde sie freilich lange Zeit nur in vereinzelten Wirtschaften geübt, bis in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gleichzeitig in Frankreich, England, Deutschland und bald danach auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ein größeres Interesse für sie erwachte. Dieser Periode, deren Geschichte bei Kühn nachgelesen werden kann, verdanken wir die meisten Arbeiten über das Verfahren, das seitdem namentlich in Nordamerika viel gepriesen und viel gehandhabt worden ist, aber auch in Europa in vielen Betrieben Eingang gefunden hat. Man gewinnt beim Einsäuern von Futtermitteln entweder Sauerfutter oder Grünpreßfutter, das auch als „sweet ensilage" oder „süße Ensilage" bezeichnet wird. Ueber die Unterschiede dieser beiden Produkte wird im § 87 Genaueres gesagt werden.

Die Methoden zum Einsäuern von Gemüsen und Futtermitteln sind sehr mannigfaltig. Wie es bei allen aus der Empirie hervorgegangenen Verfahren der Fall zu sein pflegt, wird in den Vorschriften oft auf nebensächliche Umstände großes Gewicht gelegt. Streift man diese ab, so laufen alle diese Verfahren darauf hinaus, daß die Gemüse oder Futtermittel ganz oder zerkleinert, roh oder gedämpft bezw. gebrüht, mit oder ohne Wasser und mit oder ohne Zusatz von Kochsalz so in Gefäße, Gruben oder Haufen gebracht werden, daß die Luft möglichst wenig oder keinen Zutritt zu den Materialien hat. Es treten in der Masse Gärungen auf, bei denen namentlich Säuren, insbesondere Milchsäure, aber auch mannigfache andere Produkte gebildet werden.

In ihrer Gesamtheit können die in den eingesäuerten Massen vor sich gehenden Umsetzungen als ein Verwesungsvorgang (s. Bd. III, S. 86) aufgefaßt werden. Für seinen Verlauf ist die relative Armut des zu konservierenden Materials an Proteinen und umgekehrt die Gegenwart von größeren oder geringeren Zuckermengen ausschlaggebend und bedingt, wie im § 24 des Dritten Bandes ausgeführt ist, daß die Säuregärungen überwiegen. Im einzelnen spielt sich der Vorgang im allgemeinen wie folgt ab.

Unmittelbar nach dem Einlegen oder Zusammenschichten der Pflanzenteile beginnen die zahlreich in der Masse vorhandenen Organismen verschiedenster Art (Bakterien, Hefen und andere Sproßpilze, Oidien usw.), an deren Zersetzung zu arbeiten. Man kann dieses Stadium, um einen neutralen Ausdruck zu haben, als die „Vorgärung" bezeichnen. Aderhold (1) hat es im Verlauf der Gurkensäuerung als Schaumgärung bezeichnet, da es dort und übrigens auch in anderen (aber doch nicht in allen) Fällen durch Entstehung von Schaum gekennzeichnet ist. Die Vorgärung hält in der Regel nur wenige Tage an und wird bald durch die gleichzeitig mit ihr einsetzende Milchsäuregärung abgelöst, indem die entstehende Milchsäure die nicht Milchsäure erzeugenden Organismen der Vorgärung in ihrer Entwicklung hemmt oder abtötet; vergl. hierzu Wehmer (2). Es folgt damit die Periode, die man als „Hauptgärung" bezeichnen kann, und die durch schrittweises Ansteigen der erzeugten Milchsäuremenge bis zu einem Maximum hin gekennzeichnet ist. Die gebildete Milchsäure ist es, welche der Konserve ihre Haltbarkeit und ihren spezifischen Charakter verleiht. Ist eine nicht zu geringe Menge

solcher entstanden und wird der Zutritt der Luft zu der Konserve möglichst verhindert, so kann sich letztere lange Zeit ohne wesentliche Veränderung halten. Ueber kurz oder lang aber beginnt ein Rückgang der Säuremenge, der schließlich bis zur völligen Zerstörung derselben 5 und bis zur Alkalibildung gehen kann. Während dieser Periode, die man als „Nachgärung“ bezeichnen kann, gehen von neuem die verschiedenartigsten Umsetzungen (Pektin-, Eiweiß- und Cellulose-Zersetzungen usw.) vor sich. Mit ihrem Eintritt beginnt die Verderbnis der eingesäuerten Materialien, womit freilich nicht gesagt sein soll, daß diese sogleich ent- 10 wertet seien. Das Stadium, in welchem sie unbrauchbar werden, liegt vielmehr oft sehr tief in der Nachgärung.

Werden, wie bei der Futter- oder bei der industriellen Sauerkrautbereitung, große Mengen von Pflanzenteilen zur Säuerung zusammengebracht, so tritt in deren Innern eine oft erhebliche Selbsterhitzung 15 auf. Sie hat ihre Ursache dort, wo lebende Pflanzenteile ohne Zusätze zusammengehäuft werden, in ihren ersten Anfängen zweifellos in der Atmung derselben, später jedoch nicht, wie BOEKHOUT und OTT DE VRIES (1) zeigen zu können glaubten, in rein chemischen Vorgängen sondern, wie MIEHE (1) kürzlich experimentell geprüft hat, in der Tätigkeit thermo- 20 philer Organismen (Eumyceten und Schizomyceten). Näheres hierüber ist in dem 24. Kapitel des Ersten Bandes zu finden.

§ 82. Allgemeines über die Flora und die Umsetzungen in den Einsäuerungen.

Um einen vollkommenen Einblick in die sich bei diesen Vorgängen 25 ablösenden Floren und die durch sie bedingten chemischen Umsetzungen zu gewinnen, ist es nötig, biologische und chemische Analysen zu den verschiedensten Zeiten zu fertigen und die Leistungen der einzelnen dabei gefundenen Organismen in Reinkulturen gegenüber den in Frage kommenden Stoffen zu studieren. In einer in der Nachgärung befindlichen 30 Konserve sind die meisten Milchsäuregärungserreger, in einer in der Hauptgärung stehenden viele Organismen der Vorgärung tot. Andere Arten dagegen, wie z. B. das *Bact. coli* unter den Spaltpilzen, gewisse Hefenarten und Oidienformen, halten sich manchmal durch alle drei Stadien des Gärungsverlaufes am Leben. In jeder Phase gehen Stoffe, welche die 35 vorhergehende schuf, ganz oder teilweise zugrunde. Keine der in Frage kommenden Einsäuerungen ist in diesem Sinne auch nur annähernd bekannt. Am umfassendsten vielleicht ist die Gurkensäuerung studiert. Zumeist hat man nur das Augenmerk auf die Phase der Hauptgärung, deren Verlauf und die Erreger der Milchsäuregärung gerichtet und alle 40 anderen Vorgänge mehr oder minder aus dem Auge gelassen.

Die Flora der Vorgärung ist zweifellos sehr bunt, wenn sie auch in keinem Falle genauer studiert ist. Weiß man doch, welche Massen von Organismen sich auf den Pflanzenteilen befinden und welch gute Nährböden die Pflanzensäfte für viele derselben sind. Die meisten der häufigsten 45 Fäulnisbakterien, wie *Bact. coli*, *Bact. liquefaciens*, der Heubazillus und viele andere, dürften darin nie fehlen und auch schnellwüchsig genug sein, um vor Eintritt der Milchsäuregärung noch eine gewisse Tätigkeit zu entfalten. Mangels näherer Angaben kann aber auf diese bunte Flora nicht weiter eingegangen werden.

50 Die Milchsäuregärung spielt bei diesen Verwesungsvorgängen eine

ähnliche Rolle wie in dem Hefengut der Brennereien (s. 11. Kap. d. V. Bds.) oder wie in der Milch. Vieles, was in dieser Hinsicht gesagt worden ist, namentlich alles, was die Entstehung der Milchsäure (s. S. 48 u. f.), die Wirkung derselben auf andere Organismen und auf die Michsäurebakterien selbst, sowie deren Biologie im allgemeinen (s. S. 87 u. f.) betrifft, könnte hier wiederholt werden. Es sei daher allgemein auf jene Stellen des Handbuches verwiesen und hier nur ganz kurz das hervorgehoben, was für die in Rede stehenden Säuerungsvorgänge mehr oder minder eigenartig ist.

Die Art und Weise, wie allmählich die Milchsäurebakterien während der Vorgärung die Oberhand gewinnen, haben Epstein (1) an Barszczsäuerungen und Butjagin (1) an einer Krautsäuerung studiert. Aus dem Safte der letzteren goß Butjagin täglich Platten, die das aus nachstehender Tabelle ersichtliche Resultat ergaben:

Biologische Analyse von Krautsäuerungen nach Butjagin. Versuch I.

Alter der Säuerung in Tagen	Die Platten, die aus einer Abschwemmung zweier Krautfäden gegossen wurden, enthielten Kolonien:									
	Gesamtzahl	Von sporenbildenden Bazillen	Gelbe, Gelatine nicht verflüssigende Arten	Weiße, kleine, Gelatine nicht verfl. Kolonien	Coliähnliche	Schimmelpilze	Hefen	Vereinzelte, nicht näher bezeichnete Kolonien	Gelatine verflüssigende, gelbe	Gelatine verflüssigende, weiße Kolonien
1	250	16	200	20	4	5	—	5	—	—
2	230	3	150	70	3	1	1	2	—	—
3	102	—	60	35	—	—	—	2	4	—
4	65	—	10	50	2	—	—	3	—	—
6	63	—	2	51	—	—	—	—	—	—
7	72	—	—	72	—	—	—	—	—	—
8	40	—	—	40	—	—	—	—	—	—
10	56	—	—	56	—	—	—	—	—	—
15	48	—	—	46	—	2	—	—	—	—
18	130	—	—	fast 130	—	—	6	—	—	—
21	44	—	—	37	—	—	3	—	—	4
23	132	—	—	88	-	—	39	—	5	—
25	176	—	—	126	—	—	50	—	—	—
28	196	—	—	152	—	—	42	2 gelbe	—	—
30	128	—	—	60	—	3	65	—	—	—
32	45	—	—	13	—	—	28	—	4	—
35	57	—	—	14	—	—	43	—	—	—
42	93	—	—	5	—	—	88	—	—	—
45	240	—	—	—	—	—	240	—	—	—

Epstein fand bei einem seiner Versuche:

	am 2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Tage
Auf Platten von a) Traubenzuckerbouillongelatine	135	170	70	50	30	130	180	Mill. Bakterien.
b) Milchzuckerbouillongelatine mit Kalkzusatz	152	180	75	70	20	80	130	„ „
Davon waren im Durchschnitt Milchsäurebakterien	0	0	1	8	20	90	140	„ „

Die Zahl der aus den Gemüse- und Futtereinsäuerungen bekannt gewordenen Milchsäurebakterien ist schon jetzt eine ziemlich große. Es steht fest, daß selbst in ein und derselben Konserve oft mehrere Arten nebeneinander tätig sind. Es scheint aber doch, als ob gewisse 5 Arten in bestimmten Konserven (vergl. Gurken und Sauerkraut) häufiger wiederkehren als andere und somit als die hauptsächlichsten Erzeuger derselben gelten können. Eine vollkommene Gleichheit der Flora der Hauptgärung wird man selbst bei ein und derselben Konserve nicht in allen Fällen erwarten können, weil die Umstände, unter denen die 10 Gärung verläuft, von Fall zu Fall verschieden sein werden. Es sei in dieser Hinsicht nur an die Verschiedenheit des Kochsalzgehaltes und der Temperatur erinnert, deren Einfluß im folgenden Paragraphen näher besprochen werden wird.

Neben den Milchsäurebakterien spielen während der Hauptgärung 15 häufig auch Sproßpilze und das auf den Säften einer Säuerung fast nie fehlende *Oidium lactis* eine Rolle. Die Sproßpilze sind bald Alkohol erzeugende, bald nicht gärende *Torula-* oder *Mycoderma-*, in selteneren Fällen vielleicht auch echte *Saccharomyces*-Arten. Sie haben außer durch die gelegentliche Alkoholbildung ebenso wie *Oidium lactis* nach WEHMER's (3) 20 und MEISSNER's (1) Untersuchungen durch die Fähigkeit, Milchsäure zu zerstören, eine große Bedeutung für die Konserve.

Inwieweit die Milchsäurebakterien und die eben erwähnten Sproßpilze durch ihre Tätigkeit zu der Selbsterwärmung der Konserven beitragen, oder ob diese im wesentlichen besonderen thermogenen Formen 25 zu danken ist, ist noch genauer zu untersuchen. Nach MIEHE's (1) Beobachtungen ist in Heumassen ein *Oidium* an der Vorwärmung beteiligt und können auch *Aspergillus fumigatus* und *Asp. niger* (s. Bd. IV, S. 209 u. 213), eine *Mucor*-Art usw. Temperatursteigerungen veranlassen. MIEHE fand außerdem einen bei 33—60° wachsenden Schimmelpilz, eine 30 bei 60° sich entwickelnde *Streptothrix* und verschiedene bei derselben Temperatur gedeihende Bakterien, einen bei 30° sich vermehrenden Bazillus, zwei bei 40° arbeitende Bazillen (*Nr. 1* und *Nr. 2*), und einen bei 40—70° C sich betätigenden *Bac. thermophilus α*, die er alle als „thermogen" anspricht.

35 Die Organismen der Nachgärung sind vermutlich in vielen Arten gleich denen der Vorgärung. Sie haben die Hauptgärung im Ruhezustande überdauert und erwachen allmählich mit dem Rückgange der Säure zu neuem Leben. Näheres ist auch über sie nicht bekannt. Erwähnenswert ist die relative Armut der eingesäuerten Gemüse- und 40 Futterstoffe an eigentlichen Schimmelpilzen. Solche treten im Innern der Massen in der Regel nur dort auf, wo Lufträume waren, und finden sich auch auf der Oberfläche derselben seltener, als man erwarten sollte. Von *Penicillium glaucum* (s. Bd. IV, S. 224), *Aspergillus niger* und *Botrytis cinerea* (s. 15. Kap. d. V. Bds.), die man gelegentlich antrifft, hat 45 MEISSNER (1) gezeigt, daß sie Milchsäure zerstören, womit ihre Schädlichkeit für unsere Konserven erwiesen ist.

Die Flora rührt ihrer Hauptmasse nach zweifellos von den Pflanzenteilen her, die zur Säuerung zusammengeschichtet werden. Für diejenigen Konserven, welche ohne Wasserzusatz und ohne Abbrühen be- 50 reitet werden, ist das ohne weiteres wahrscheinlich und durch die Untersuchungen GORDAN's (1), BURRI's (1) und anderer nahegelegt (vergl. S. 16 u. 87); für die Flora des Sauerkrautes ist es durch WEHMER (5) gezeigt worden. Aber auch bei Wasserzusatz dürften die für die Säuerung

bedeutungsvollsten Organismen von den Pflanzenteilen selbst stammen, wie ADERHOLD (1) zeigte. Woher die Flora der Säuerungen von gebrühten oder gedämpften Materialien kommt, ob insbesondere wenigstens ein Teil der Milchsäurebakterien den Erwärmungsprozeß übersteht, bedarf noch besonderer Untersuchung. Der Umstand, daß es nicht wenige sporenbildende Milchsäurebakterien gibt und daß Milchsäure in verdorbenen, durch Wärme sterilisierten Gemüsekonserven (vergl. d. 23. Kap.) gefunden wurde, spricht für letztere Vermutung. Sicher überdauern viele sporenbildende Begleiter den Brühprozeß, während Hefen und Schimmelpilze in der Regel dabei zugrunde gehen werden. Eine Bestätigung dessen findet man bei R. SCHULZ (1), der in roh eingesäuerten Bohnen neben der Milchsäure eine alkoholische Gärung fand, die in gebrühten ausblieb.

Das Material für die Milchsäurebildung liefern die in den Pflanzenteilen enthaltenen Kohlenhydrate, speziell (um nicht zu sagen ausschließlich) Zuckerarten. Nach den auf S. 90 angeführten Untersuchungen von KAYSER und von HENNEBERG kann man auch an die Bildung von Säuren aus Eiweißstoffen, nach MEISSNER's (1) Untersuchungen an die Umwandlung der in den Massen vorhandenen organischen Säuren (Aepfelsäure, Bernsteinsäure, Citronensäure und Weinsäure sind von MEISSNER geprüft worden) durch Sproß- und Schimmelpilze in Milchsäure, nach STOKLASA's (1) Angaben endlich an eine Bildung von Milchsäure infolge intramolekularer Atmung der Pflanzenteile denken, indes praktisch sind diese Vorgänge zweifellos nicht von irgendwie wesentlicher Bedeutung; es wird vielmehr auch hier wie in der Milch die Milchsäure als ein Produkt der Bakterientätigkeit aus den vorhandenen Zuckern gebildet.

Um eine haltbare Konserve zu erzielen, muß eine gewisse Menge Säure entstehen, d. h. auch eine gewisse Menge Zucker in den Pflanzenteilen vorhanden sein oder während der Vor- und Hauptgärung aus anderen Kohlenhydraten hervorgehen. Ob eine Umsetzung letzterer Art stattfindet, ist freilich noch unbekannt. ADERHOLD (1) fand in gesäuerten Gurken die Stärke meistens erhalten. An Zucker oder an Kohlenhydraten zu arme Pflanzen oder Pflanzenteile, wie sie die letzten Früchte der Gurken- oder Bohnenernte bisweilen darstellen, eignen sich deshalb nicht zum Einsäuern. Umgekehrt wird die Haltbarkeit der Konserven um so größer, je vollkommener der Zucker und die leicht assimilierbaren Kohlenhydrate bei der Hauptgärung verarbeitet werden, weil dadurch vielen schädlichen Organismen die besten Nährstoffe entzogen sind. Da, wie auf S. 50 und S. 94 u. f. erwähnt worden ist, die Tätigkeit der Milchsäurebakterien durch ihr eigenes Gärprodukt gehemmt wird und bei einem je nach der Bakterienart etwas höheren oder niederen Gehalte der Masse an Milchsäure ganz aufhört, kann Zusatz von Kalk, der die freie Säure bindet und somit den Weitergang der Hauptgärung ermöglicht, unter Umständen die Haltbarkeit der Konserve erhöhen. Er wirkt also ähnlich wie ein Kreide- oder Kalkzusatz zur Milch (s. S. 94).

Weil der Nährboden leichter erschöpfbar ist, ist auch ein relativ geringer Gehalt an Eiweißstoffen von Vorteil. Es erscheint daher wissenschaftlich verständlich, wenn, wie H. KOCH (1) angibt, die Industrie gefunden hat, daß zu stark, namentlich mit Chilesalpeter gedüngtes Kraut oder gedüngte Gurken zu Einsäuerungszwecken ungeeignet oder doch minder geeignet sind als die von nicht so stark gedüngten Feldern stammenden Pflanzenteile. Man vergleiche hierzu auch eine Bemerkung auf S. 483 des Jahrgangs 1903 der „Konserven-Zeitung."

Als Gärprodukte sind in den Konserven neben Milchsäure Alkohol, Kohlensäure, Wasserstoff, Methan, Essigsäure, Bernsteinsäure, Ameisensäure, Propionsäure, Baldriansäure, Buttersäure, Schleim, Mannit (Rübengärung), Amidoverbindungen wie Leucin, Asparaginsäure und Tyrosin, Ammoniak und endlich auch nicht näher bekannte Geruchsstoffe, die das Aroma der Konserven beeinflussen, beobachtet worden. Zweifellos ist damit die Liste der regelmäßig oder gelegentlich entstehenden Produkte nicht erschöpft. Selbstverständlich hängt deren Art und Menge einerseits von der Zusammensetzung der säuernden Pflanzenteile, andererseits von den darin tätigen Organismen, aber auch von den Begleitumständen, namentlich der festeren oder lockereren Lagerung ab. So beobachtete Barthel, wie bereits auf S. 262 erwähnt wurde, daß auf die Milchsäurebakterien der Milch der Sauerstoffzutritt ungünstig einwirkt und sie zur Bildung geringerer Mengen von Milchsäure aber beträchtlicherer Mengen von gleichsam pathologischen, flüchtigen Säuren veranlaßt. Eine Hemmung der Milchsäurebildung durch Luftzutritt beobachtete auch Henneberg (1). Es können durch solche äußere Umstände Organismen, die sonst wenig flüchtige Säure erzeugen, zur Bildung großer Mengen veranlaßt werden. So erklärt es sich wohl, daß R. Weiss (1) als Gärprodukt von *Bact. coli* 70 Proz. Essigsäure neben 30 Proz. Milchsäure, von *Bact. brevissimum* 64 Proz. Milchsäure und 36 Proz. Essigsäure erhielt.

Im allgemeinen nehmen während der Gärungsvorgänge die stickstofffreien Extraktstoffe der eingesäuerten Pflanzenteile, insbesondere natürlich die Zuckerarten, die das Material für die Säurebildung liefern, ab; die Säuren nehmen wenigstens bis zum Schlusse der Hauptgärung zu. Die Eiweißstoffe gehen infolge Zerfalles, die Aschenbestandteile, sofern sie nicht etwa durch Zusatz von Kochsalz, Kalk usw. erhöht worden sind, durch Auslaugung zurück. Bis zum Schlusse der Hauptgärung pflegt jedoch der Rückgang der Eiweißstoffe gering zu sein. Aehnlich ergeht es dem Holzfasergehalt, dessen bisweilen in den Analysen hervortretende Zunahme (vergl. die Sauerfutteranalysen im § 88) wohl immer nur eine relative ist. Daß in der Nachgärung gelegentlich starke Zersetzung der Zellwände Platz greift, ist zweifellos. Die manchmal aus den Analysen scheinbar hervorgehende Zunahme der Materialien an Fett erklärt sich daraus, daß in die Aetherextrakte manche organische Säuren übergehen und in den Rohfettbestimmungen mit gewogen werden.

Mit dem Einsäuern sind somit stets mehr oder weniger große Nährstoffverluste verknüpft. Näheres hierüber wird im § 88 gesagt werden.

§ 83. Die Bedeutung einiger Begleitumstände für die Gärungsvorgänge.

Daß es für das Einsäuerungsverfahren von großer Wichtigkeit ist, die **Luft** größtenteils (Gärungsfutterbereitung) oder sogar möglichst vollständig aus den einzusäuernden Massen zu verdrängen, ist eine aus der Praxis erkannte Tatsache. Locker aufgehäufte Gemüsemassen säuern nicht. Weniger fest gepackte Futterstoffe säuern anders als solche in fester Lagerung. In offenen Gefäßen gesäuerte Gurken verderben schneller als Faßgurken oder solche, die unter Oelverschluß liegen. Die mit der Luft in Berührung stehenden oberen oder äußeren Schichten einer Einsäuerung zersetzen sich schnell und sind fast stets unbrauch-

bar. Diese Beobachtungen zeigen, wie sehr die verderbliche Tätigkeit der Nachgärungsorganismen vom Luftzutritte begünstigt wird. Wieweit dadurch die Milchsäuregärung selbst beeinflußt wird, ist bereits auf S. 316 angedeutet worden. Die wertvollsten Erreger derselben arbeiten unter Luftabschluß ebenso gut oder besser als bei Luftzutritt. 5 Nur dort, wo auf die Erwärmung der Massen gerechnet wird, nämlich bei der Grünpreßfutterbereitung, darf nicht ein völliger Luftabschluß erstrebt werden, da die thermophilen Organismen, soweit wir bisher wissen, den Sauerstoff der Luft immer gebrauchen. Es wird im § 89 erwähnt werden, wie man deren Tätigkeit geradezu durch Vergröße- 10 rung oder Verringerung der Luftzufuhr regelt.

Um die Luft aus den eingelegten Massen zu verdrängen, schichtet man diese nicht bloß möglichst fest ineinander und zerkleinert sie, wenn es hierfür nötig und sonst angängig ist, sondern füllt in gewissen Fällen auch die Hohlräume mit Wasser (z. B. Gurkensäuerung) oder 15 dem eigenen Safte der Pflanzenteile (z. B. Krautsäuerung usw.) aus. Daß hierbei noch andere Wirkungen erzielt werden, soll sogleich genauer besprochen werden.

Der **Wasserzusatz** wirkt außer durch Luftverdrängung auch durch Zuführung von Organismen und durch den Gehalt des Wassers an che- 20 mischen Bestandteilen auf den Konservierungsvorgang ein. Es ist eine Erfahrung der Hausfrauen, daß kalkhaltiges Wasser sich besser zum Einsäuern von Gurken eignet als kalkarmes, weiches. Eine Erklärung findet diese Tatsache in der im vorigen Paragraphen erwähnten Säurebindung und Vervollkommnung der Gärung durch den Kalk. Einen an- 25 deren Fall, der möglicherweise die Bedeutung des chemischen Gehaltes des Wassers darlegt, hat ADERHOLD (1) beschrieben. Inwieweit die mit dem Wasser in die Konserven gelangenden Organismen deren Güte und Haltbarkeit beeinflussen, hängt natürlich von ihrer Zahl, Art und den sonstigen Umständen ab. Aus der Erfahrung heraus hat sich aber die 30 Regel gebildet, daß das für länger aufzubewahrende Gurkensäuerungen verwandte Wasser vor dem Gebrauche abzukochen ist. Endlich dient das Wasser als Lösungsmittel für die der Gärung anheimfallenden Stoffe, namentlich die Zuckermengen. Diese müssen, um den Bakterien oder den von ihnen ausgeschiedenen Enzymen zugänglich zu sein, aus den 35 Zellen der Pflanzenteile in die diese umgebende Flüssigkeit eintreten. Wo kein Wasserzusatz stattfindet, wird deshalb auf eine schnelle und ausgiebige Saftbildung großer Wert gelegt. Dem Stoffaustritt wird, ehe er lebhaft wird, eine Abtötung der Zellen vorausgehen müssen. Diese kann durch Abbrühen, durch die Selbsterwärmung der Massen, durch den 40 Kochsalzzusatz oder durch Erstickung oder durch mehrere dieser Momente zugleich herbeigeführt werden. Werden die Pflanzenteile roh und unzerkleinert eingesäuert, so bieten sich in den ersten Stadien des Säuerungsverlaufes den Gärungserregern nur geringe Mengen gärfähigen Materiales dar — ein Umstand, der gewiß nicht ohne Bedeutung ist 45 und der, wenn auch diese Bedeutung noch nicht klar erkannt ist, Veranlassung gegeben hat, die Betrachtung der Gemüsesäuerungen im Nachfolgenden dementsprechend in mehrere Paragraphen zu trennen. Um einen schnelleren Eintritt der Milchsäuregärung herbeizuführen, hat ADERHOLD (1 u. 2) künstlichen Zusatz von Traubenzucker zu Gurken- 50 säuerungen empfohlen, neben dem zweckmäßig auch geringe Mengen von Kalk beizugeben sein dürften.

Hinsichtlich der Bedeutung, den der bei Kraut, Bohnen, Gurken usw. übliche **Kochsalz-Zusatz** zu den Säuerungen hat, liegt es nahe, zunächst an die konservierende Wirkung des Salzes zu denken. Hat doch die hier und da gebräuchliche Bezeichnung „Salzgurken“ statt „saurer“ 5 Gurken offenbar darin ihren Grund. Indes ist diese Wirkung keine ausschlaggebende, wie schon daraus hervorgeht, daß es gelingt, auch ohne Kochsalzzusatz normale und haltbare Produkte zu erzeugen. Beweise hierfür liefern die Futtermitteleinsäuerungen, die in der Regel ohne Kochsalz hergerichtet werden, und Versuche ADERHOLD's (1) mit Gurken 10 und WEHMER's (5) mit Krautgärungen. Immerhin üben dort, wo einigermaßen nennenswerte Kochsalzzusätze üblich sind, diese, wie ADERHOLD für Gurkensäuerungen gezeigt hat, einen reinigenden Einfluß auf die Milchsäuregärung aus. Derselbe wird freilich je nach den vorliegenden Begleitorganismen verschieden groß sein. Es ist zweifellos, daß es nicht 15 wenige Organismen gibt, die erstaunlich hohe Konzentrationen von Kochsalz vertragen; man vergleiche darüber das 22. Kapitel. Hier mag nur auf die Arbeiten von WEHMER (1) und KULESCHA (1) über die Organismen der Heringslake und die uns näher liegenden Beobachtungen von LEWANDOWSKI (1) verwiesen sein. Er versetzte Bouillon mit 10, 25 und 35 Proz. 20 Kochsalz und sah darin nach Eintrag von Krautstücken (ob Sauerkraut wird nicht gesagt), Bakterienwachstum eintreten. In den Gefäßen mit 25 Proz. Kochsalz wuchsen ein näher beschriebener Mikrokokkus und eine gleichfalls beschriebene Stäbchenart heran, die sich reichlich vermehrten, während der *Bacillus mesentericus*, der anfangs auch vor-25 handen war, sich nicht vermehrte.

Daß es unter den für uns wichtigsten Organismen, den Milchsäurebakterien, dem Kochsalz gegenüber sehr widerstandsfähige Formen gibt, zeigen Beobachtungen von ADERHOLD (2) und von SCHULZ (1). Ersterer fand in nicht gekochten Bohnen innerhalb 22 Tagen bei 10 Proz. Koch-30 salzgehalt 0,558 Proz., bei 12,5 Proz. 0,234 Proz. und bei 25 Proz. noch 0,098 Proz. Säure (auf Milchsäure berechnet). In der Brühe von mit Salzpökel eingelegten Bohnen fand er nach 23 Tagen bei Verwendung eines Salzpökels von 6 Proz. Kochsalzgehalt 1,593 Proz., von 12 Proz. 1,224 Proz. und von 25 Proz. 0,216 Proz. Säure. Nach den Unter-35 suchungen von ADERHOLD (1) und von RICHET (1) scheint es sogar, als ob geringe Mengen von Kochsalz die Milchsäurebildung beförderten.

Eine besondere Bedeutung hat der Kochsalzzusatz für die Brühebildung beim Einsäuern roh und ohne Wasserzusatz eingelegter Materialien (Bohnen, Sauerkraut). Er tötet bei genügender Menge die Zellen ab, 40 veranlaßt den Austritt des Zellsaftes und bedingt dadurch ein Erweichen und besseres Zusammenlagern der Massen. Er befördert also einerseits den Luftabschluß, andererseits den Stoffaustritt und wirkt somit ähnlich wie das Wasser. Man legt deshalb, wie WILHELMY (1) und WEHMER (5) näher ausführen, namentlich in der Praxis der Sauerkrautbereitung auf 45 eine rasche und ergiebige Brühebildung großen Wert, und WEHMER hat deshalb geprüft, ob andere Salze (Chlormagnesium, Magnesiumsulfat, ein von WILHELMY empfohlenes, als Gärsalz einstmals patentiertes und in den Handel gebrachtes Gemisch) in dieser Hinsicht mehr leisten, als das Kochsalz, hat aber letzteres wirksamer als alle anderen gefunden.

50 Daß die **Temperatur**, bei welcher die Einsäuerungsvorgänge verlaufen und die Konserven gehalten werden, große Bedeutung für deren Beschaffenheit und Dauer hat, ist zweifellos. Aus der Empirie heraus hat sich die Vorschrift gebildet, während der Vor- und Haupt-

gärungen die Konserven warm, während der Nachgärungen dagegen möglichst kühl zu halten. Wenn nach Angaben WEHMER's (5) die Krautsäuerungen in der Industrie sich zumeist bei Außentemperaturen von weniger als 10° C abspielen, so stellen dieselben nur eine scheinbare Ausnahme von jener Regel dar, da im Innern der nach WEHMER's Angaben gewöhnlich ca. 100 Centner oder ein mehrfaches davon an geschnittenem Kraut enthaltenden Gärbottiche zweifellos höhere Temperaturen herrschen. Allein auf letztere kommt es an. Aus dem auf S. 96 dieses Bandes und auf S. 188 u. f. des Fünften Bandes Gesagten läßt sich schließen, daß die Temperatur nicht bloß für die Art der Milchsäuregärungserreger, sondern auch für die Zusammensetzung der Begleitflora bestimmend ist. Es ist ohne Zweifel, daß die Bakterienarten, die zwischen 10 und 20° C säuern, verschieden von denen sind, die bei 40 und 50° C und noch höheren Temperaturen tätig sind. Damit aber ist auch eine verschiedene Zusammensetzung der Gärprodukte gegeben. Beispiele dafür, wie sehr höhere Temperaturen die Säurebildung in Konserven beschleunigen, finden sich bei ADERHOLD (1), SCHULZ (1) u. a. Beispiele, wie je nach der Temperatur das Produkt ein anderes wird, geben nach den Beobachtungen PANEK's der Barszcz (s. § 85) oder nach den Beobachtungen von FRY und anderen die Futtersäuerungen (s. § 87—89) ab.

§ 84. Sauerkraut, Komst, Stschi.

Durch Einsäuerung von Weißkraut erhält man, je nach dem angewandten Verfahren, entweder Sauerkraut oder Komstkraut oder Stschikraut. Zur Bereitung von Sauerkraut werden die von den äußeren und schlechten Blättern und den groben Strünken befreiten Krautköpfe fein geschnitzelt und die so gewonnene Masse unter Zusatz von 0,5—2 Proz. Kochsalz und bisweilen auch anderer Gewürze (Düll, Kümmel, Fenchel, Wachholderbeeren usw.) in geeignete Gefäße so fest eingedrückt oder eingestampft, daß keine Luft dazwischen bleibt. Eine Beigabe von Wasser unterbleibt hierbei, da das zerschnittene Kraut beim Einsalzen und Einstampfen genügende Mengen von Flüssigkeit abgibt, um völlig davon überschichtet zu sein. Um ein Auftreiben der Krautmasse zu verhüten, bedeckt man sie mit einem sauberen Tuche und einem durchlöcherten Brette, welches durch aufgebrachte Steine oder Gewichte beschwert oder in den Krautfabriken durch Spindelpressen aufgepreßt wird. So hergerichtet überläßt man die Krautmasse der in ihren Hauptzügen etwa 2—3 Wochen dauernden Gärung. In den Krautfabriken wird sie nach deren Beendigung aus den Gärstanden herausgenommen und in Fässer verpackt, während sie im Haushalte in der Regel bis zum allmählichen Verbrauch in den Gärgefäßen verbleibt.

Während die Bereitung von Sauerkraut heute nicht bloß im Haushalte, sondern auch fabrikmäßig betrieben wird, wird das Komstkraut anscheinend nur im Haushalte und zwar vornehmlich in Mitteldeutschland hergestellt. In Thüringen wird es auch als „Fuschenkohl“ bezeichnet. Die dafür bestimmten Krautköpfe werden nach geeigneter Säuberung zunächst in kochendes Salzwasser gebracht und einige Male darin aufgekocht. Dann werden sie herausgenommen, auf Hürden oder Sieben abtropfen lassen und entweder völlig unzerteilt oder in Viertel zerschnitten, möglichst dicht in Töpfe oder Fässer geschichtet und mit kaltem Salzwasser übergossen. Der Topfinhalt wird wie beim Sauer-

kraut in geeigneter Weise beschwert und der freiwilligen Gärung überlassen.

Das Stschikraut endlich wird meines Wissens nur in Rußland bereitet und dient als Unterlage für die sogenannte Stschi-Suppe. Nach
5 dem Universallexikon der Kochkunst verfährt man dabei so, daß das feinzerschnittene Kraut mit Salz, Kümmel, Möhrenscheiben, Aepfeln und Preißelbeeren zusammen in Fässer geschichtet und mit etwas Salzwasser übergossen wird. „Sobald das ganze Faß auf diese Art gefüllt ist, bohrt man mit einem Holzstabe täglich zweimal einige Löcher in das Kraut
10 bis zum Boden hinab, was man 14 Tage lang wiederholt; dann erst deckt man Krautblätter und einen beschwerten Deckel darauf."

Bei der Stschi-Kraut- und bei der Komst-Herstellung dürfte der Luftzutritt nicht so vollständig vermieden sein wie bei der Sauerkrautbereitung. Denn bei jener zweiten bleiben zwischen den einzelnen
15 Blättern der eingelegten Krautköpfe leicht Luftmassen erhalten und bei dem Einstechen des Holzstabes in das Stschikraut gelangt zu dem Innern der Krautmasse zweifellos etwas Luft, wenn auch die Zuführung derselben nicht der eigentliche Zweck dieser Manipulation, vielmehr mit derselben vornehmlich die Entfernung der Gärungsgase beabsichtigt sein
20 dürfte. Wie weit diese Differenzen eine Verschiedenheit im Gärungsverlaufe bei diesen drei Krautsäuerungsarten bedingen, muß noch dahingestellt bleiben. Einige diesbezügliche Versuche hat Wehmer (5) gemacht. Indes könnten sich möglicherweise so die abweichenden Befunde erklären, welche bisher in der Literatur über die Krautgärung vorliegen.
25 Als erster hat sich Conrad (1) mit dieser beschäftigt. Seine Versuche, die Erreger der Krautsäuerung aus im Handel befindlichen Sauerkraut zu isolieren, scheiterten ebenso wie gleiche Versuche Butjagin's (1) und anderer. Nur *Oidium*, *Mucor* und Hefenarten neben *Bact. fluorescens* und vereinzelten Kolonien von Stäbchenbakterien erntete Conrad. Hefen,
30 Oidien, hier und da einmal ein paar Subtilis-Kolonien, ein paar Mikrokokken und nicht näher bestimmte, die Gelatine verflüssigende Bakterienformen erhielt Butjagin auf Gelatineplatten, welche mit dem Safte von Handelskraut geimpft waren.

Conrad setzte darum selbst Krautsäuerungen an, die an die Komst-
35 herstellung erinnern. Er „zerschnitt frische Krautköpfe, schichtete dieselben unter etwas Kochsalzzusatz fest aufeinander, gab ein wenig Wasser hinzu und überließ die Masse der Gärung." Aus solchen Säuerungen züchtete er ein *Bacterium brassicae acidae* (Lehm. et Neum.) und zwei Hefenarten, eine rundzellige und eine langzellige — drei Organismen,
40 welche ihm zusammen die Erreger der Krautgärung zu sein schienen. Das *Bact. brassicae acidae*, das dem *Bact. coli* nahe verwandt war, stellte ein kleines, an den Enden abgerundetes Stäbchen von 0,8—2,4 μ Länge und 0,4—0,6 μ Breite dar, das durch 4—8 Geißeln lebhaft beweglich, fakultativ aerob und mit Anilinfarben leicht, nach Gram aber nicht oder nur
45 schwach färbbar war. Es erzeugte Gas, welches je nach der Temperatur aus 73—85 Vol.-Proz. Kohlensäure, 24—14 Vol.-Proz. Wasserstoff und 3—1 Vol.-Proz. Methan bestand, und gab in Traubenzuckerbouillon innerhalb 22 Tagen sowohl bei aerober als auch bei anaerober Kultur bis zu 7,2 Proz. Normalsäure. Die eine von Conrad's zwei Hefen bildete
50 eine aus vorwiegend langgestreckten Zellen bestehende Kahmhaut, die andere runde wuchs als Bodensatzhefe. Ueber das Gärvermögen beider macht Conrad keine Angaben. Er mißt ihnen für die Gasbildung, die sich in den ersten Tagen des Verlaufes der Krautsäuerung zeigt,

keine Bedeutung bei, glaubt vielmehr im *Bact. brassicae acidae* den Erzeuger der Gase und der Milchsäure gefunden zu haben. Reinsäuerungen verlieh dieses Bakterium aber einen unangenehmen, buttersäureartigen, stinkenden Geruch, der nach CONRAD's Annahme durch die Tätigkeit der Hefen aufgehoben wird.

Daß der Säuerungsverlauf in einem solchen unter Wasserzusatz hergerichteten Laboratoriumsversuche dem Säuerungsverlaufe ohne Wasserzusatz, wie er bei der fabrikmäßigen Herstellung von Sauerkraut vorliegt, nicht zu gleichen braucht, hat WEHMER (5) betont. Nach ihm ist die Krautgärung, wie sie sich in den Krautfabriken abspielt, keine einfache Milchsäuregärung, sondern es läuft neben dieser, seiner Beobachtung nach, gleichzeitig eine alkoholische Gärung einher. Diese wird nach seinen Befunden durch echte, gärkräftige Alkoholhefen hervorgerufen, deren WEHMER drei morphologisch verschiedene Arten (*Saccharomyces brassicae I—III*) isolieren konnte: eine kuglig-längliche mit 6 μ zu 4—5 μ großen Zellen, eine kuglige, 3,6—4,8 μ im Durchmesser zeigende und eine ellipsoidische mit 7 μ zu 4 μ großen Individuen. Außerdem beobachtete er zwei weitere, von Hefe *III* aber morphologisch nicht unterscheidbare und daher nicht beschriebene alkoholbildende Formen. Die Milchsäuregärung wird nach WEHMER in der Praxis auch nicht durch das von CONRAD als Erreger angesprochene *Bact. brassicae acidae* hervorgerufen, sondern durch ein exquisites Milchsäurebakterium (*Bact. brassicae* ad. inter. WEHMER), das unbeweglich, nicht gasbildend ist, Gelatine nicht verflüssigt und ein kurzes Stäbchen von 1 zu 1,2 μ Größe darstellt. Es scheint nur eine Form von *Bact. Güntheri* LEHM. et NEUM. zu sein (s. § 86) und bildet bis 0,9 Proz. oder selbst noch mehr Säure, deren Art nicht genauer festgestellt ist. Neben ihm fand WEHMER ein zweites Milchsäurebakterium in den Krautbrühen, das aber nur etwa 0,2—0,3 Proz. Säure ergab und dem WEHMER deshalb keine praktische Bedeutung beimißt. Die Hefen sollen die Erreger der Schaumgärung sein, durch Zerstörung des von den Milchsäurebakterien nicht verarbeiteten Zuckerrestes nützlich wirken und die Haltbarkeit der Konserve erhöhen. Im Gegensatz dazu sind zwei von WEHMER gefundene, nicht Alkohol erzeugende, vermutlich den CONRAD'schen identische Kahmhefen (als *Sacch. Mycoderma I* und *II* bezeichnet) und *Oidium lactis* durch Säurezerstörung schädlich. Neben ihnen traten in älteren Säuerungen weitere Sproßpilze (Rosahefen usw.) und Schimmelpilze (vornehmlich *Penicillium glaucum*) und *Bacterium vulgare* (s. Bd. III, S. 87) hervor.

Das WEHMER'sche *Bacterium brassicae* ist anscheinend von BUTJAGIN (1) in einer Laboratoriumssäuerung wieder gefunden worden, die gleich denjenigen CONRAD's (auch mit Wasserzusatz!) hergerichtet war. BUTJAGIN's Bakterium stellte sehr kurze, unbewegliche, kein Gas, kein Indol, keinen Schwefelwasserstoff bildende, aerob und anaerob wachsende Stäbchen mit abgerundeten oder zugespitzten Enden dar, die einzeln oder zu zweien vereint, seltener in fünf- bis achtgliedrigen Ketten vorkamen, sich gut nach GRAM färbten und Gelatine nicht verflüssigten. Sie brachten bis zu 7 ccm Normalsäure in 100 ccm Krautbrühe hervor und koagulierten die Milch sehr langsam (meist erst nach 3 Wochen).

Dagegen haben R. WEISS (1) und HENNEBERG (1) durch Gasbildung wie *Bact. brassicae acidae* LEHM. et CONR. ausgezeichnete Milchsäurebakterien aus gärendem Kraute gezüchtet: *Bacillus opacus* R. WEISS und *Bacillus brassicae fermentatae* HENNEBERG. Ersteres erinnert auch durch Beweglichkeit und Form an das *Bact. brassicae acidae* CONRAD, bildet

aber endständige Sporen und unterscheidet sich auch durch kulturelle Eigenschaften von jenem. Letzteres scheint morphologisch dem Butjaginschen Bakterium zu ähneln. Es stellt einzeln oder zu zweien oder in zwei- bis elfgliedrigen Ketten oder in oft ungeteilt erscheinenden Fäden oder in ringförmiger Lagerung auftretende Stäbchen von 1,6—2,4 μ oder selbst bis 8 μ zu 0,6 μ Größe dar. Es säuerte anfangs am besten bei 34 bis 38°, später bei 28° C und brachte bis 1,4 Proz. Milchsäure hervor. Es vergor Arabinose, Lävulose, Dextrose, Maltose gut, Galactose, Rohrzucker, Dextrin, Mannit weniger gut, Milchzucker schlecht. Neben Säure wurden in Maische mit Kreidezusatz von ihm 1,2—2,4 Vol.-Proz. Alkohol gebildet.

Ein anscheinend sehr merkwürdiges Bakterium hat endlich Perekalin (1) aus Sauerkraut isoliert. Es soll sowohl auf alkalischen wie auf sauern Nährböden gedeihen und bis 2 Proz. Essigsäure vertragen, bei 0,5 Proz. Essigsäuregehalt sogar optimales Wachstum zeigen. Aus welcher Art von Sauerkraut es isoliert wurde, ist aus der kurzen Mitteilung nicht zu entnehmen. Auch über seine Leistungen bei der Krautsäuerung ist nichts bekannt. Das Gleiche gilt von dem *Bacillus citricus* und dem *Bacillus globulosus*, die R. Weiss aus vergorenem Kraut bezw. Krautbrühe isolierte. *Bac. globulosus* dürfte ein Fäulniserreger sein.

Die chemischen Veränderungen, welche das Kraut durch die Säuerung erfährt, sind nur für Sauerkraut aus Analysen von Reichhardt (1) und Conrad (1) einigermaßen bekannt. Deren Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Prozentgehalt an	Frisches Weißkraut (nach Conrad)	Sauerkraut (nach Reichhardt)	Sauerkraut (nach Conrad)
Wasser	91,1	91,05	92,6
Gesamtstickstoff	0,24	—	0,11
davon Eiweißstickstoff	0,1	—	0,05
Gesamtstickstoffsubstanz	1,53	1,48	0,69
Eiweiß	0,63	—	0,31
Fett	0,1	0,70	0,74
Dextrose	2,93	} Stickstofffreie Extraktstoffe: 2,88	} Stickstofffreie Substanz: 2,0
Invertzucker	1,29		
Cellulose	1,15	(Holzfaser) 0,91	1,49
Asche	0,8	1,72	1,22
Freie Säure	-	1,26	1,26

Der Säuregehalt des Sauerkrautes des Handels ist sehr schwankend. Conrad, aus dessen Angaben nicht recht ersichtlich ist, ob Brühe oder 100 ccm Kraut plus Brühe titriert wurde, fand, daß 100 ccm Krautbrühe 11,5—16 ccm Normal-Natronlauge, in einem Falle sogar 27 ccm verbrauchten. Im letzten Falle darf wohl mit Conrad angenommen werden, daß diese Säuerung einen künstlichen Säurezusatz in Form von Essig oder Wein erhalten hatte. In der Regel dürfte der Milchsäuregehalt der Brühe des Handelskrautes zwischen 0,2 und 1 Proz. schwanken. Butjagin fand nur 2—8 ccm Normalsäure pro 100 ccm Brühe. Große Differenzen werden schon durch das Altersstadium der Brühen, durch den Ort ihrer Entnahme (ob höher oder tiefer) und durch die größere oder geringere Entfaltung einer Mycodermenvegetation bedingt.

§ 85. Einsäuerung von Bohnen. Barszcz. Pembe. Natto.

Ganz ähnlich wie das Kraut werden die grünen Hülsen der **Bohnen** eingesäuert. Sie werden zu diesem Zwecke von den sogen. Fäden, das sind die an der Bauch- und Rückennaht entlang laufenden Sklerenchymfaserbündel, befreit, auf besonderen Maschinen in kleine Stücke geschnitzelt und entweder roh oder nach vorhergegangenem Abbrühen in kochendem Wasser unter Beigabe von Kochsalz in Gefäße gedrückt, oberflächlich beschwert und einer spontanen Gärung überlassen. Ueber den Bohnenschnitzeln sammelt sich bei genügendem Druck auch ohne, schneller mit Salzzugabe eine trübe Brühe, die alsbald eine reiche Flora verschiedenster Organismen zeigt, sich mit einer Kahmhaut bedeckt und sauer wird. Hier und da ist es üblich, das Salz in Form eines bis 25-proz. Pökels zuzusetzen. Nach den auf S. 318 gemachten Angaben über den Einfluß der Salzmenge auf die Säurebildung dürfte jedoch ein relativ niedriger Gehalt (etwa 2—6 Proz.) am vorteilhaftesten sein. Durch Gaben über 8—10 Proz. fand Aderhold (2) die Gärung sehr beeinträchtigt. Die entstandene Säuremenge schwankt sehr. Es scheint, daß im Maximum in der Brühe bis gegen 2 Proz. (Aderhold fand 1,593 Proz., Schulz 1,818 Proz.) gebildet werden können. Neben Milchsäure fand Schulz (1) Buttersäure und vielleicht auch Essigsäure. Die Gärung verläuft nach Wehmer unter Gasbildung. Es scheint neben der Milchsäure auch hier wenigstens in roh eingelegten Bohnen eine alkoholische Gärung einherzugehen, da Hefen (nach Schulz Formen vom Typus des *Sacch. ellipsoideus* und *Sacch. apiculatus*) in roh eingelegten Konserven (im Gegensatz zu gebrühten) immer vorhanden sind. Die Bakterienflora scheint sehr bunt und wechselnd zu sein, ist jedoch gegenüber derjenigen der Krautgärung durch das häufige Vorkommen von Kokken-Formen neben Stäbchen ausgezeichnet. Aderhold (2) fand in allen Versuchen einen Kokkus, der dem *Micrococcus pyogenes* (Rosenb.) Lehm. et Neum. (s. Bd. III, S. 95) nahe steht, als vorherrschenden Bestandteil der Flora und neben ihm ein als *Bacterium Güntheri* (Lehm. et Neum.) angesprochenes, kettenbildendes Kurzstäbchen.

R. Weiss (1) führt nicht weniger als 30 Bakterien-Arten auf, die er teils aus der „Brühe saurer Bohnen“, teils aus „gärender Bohnenbrühe“, teils aus der Brühe „vergorener Bohnen“ isoliert hat. Leider fehlen nähere Angaben über die Art und das Alter dieser Proben, so daß mit den Daten gärungsphysiologisch sehr wenig anzufangen ist. Indes steht es im Einklang mit Aderhold's Befunden, daß unter diesen 30 Arten einschließlich eines Streptokokkus nicht weniger als 14 Kokken sich finden. Darunter sind drei Arten mit über 0,5 Proz. Säuerungskraft: *Micrococcus irregularis* R. Weiss, der in 18 Tagen bis 1,9 Proz. Milchsäure brachte, *Micr. tener* R. Weiss, der in Hefenabkochung mit 2 Proz. Dextrose bei 28° in 18 Tagen 1,12 Proz. Milchsäure ergab, und *Micr. fulvus*, der in Hefenwasser mit 10 Proz. Dextrose und 5 Proz. Alkohol bei 28° in 18 Tagen 0,93 Proz. Milchsäure, nach der Tabelle IV auf Seite 104 von Weiss' Arbeit aber bis 1,53 Proz. Säure produzierte. Neben diesen Kokken geben aber in Weiss' Versuchen auch folgende Stäbchen-Formen besten Falles die daneben bemerkten Milchsäuremengen: *Bacillus opacus* R. Weiss 1,72 Proz., *Bac. fuliginosus* R. Weiss 1,35 Proz., *Bacterium brevissimum* R. Weiss 1,72 Proz., *Bacillus ventricosus* R. Weiss 1,27 Proz., *Pseudomonas lactica* R. Weiss 1,8 Proz., *Bacillus robustus* R. Weiss

1,26 Proz., *Bac. tuberosus* R. WEISS 0,6—0,8 Proz., *Bac. globulosus* R. WEISS 1,53 Proz., *Bact. subcitrinum* R. WEISS 0,9 Proz., *Pseudomonas Listeri* R. WEISS 1,46 Proz. Es ist zu bemerken, daß diese Säuerungsmaxima nicht in Bohnen oder alle in Bohnenbrühen ermittelt wurden. Eine gegenseitige Abwertung der von ihm isolierten Bakterien für die Bohnensäuerung gibt WEISS nicht. Eine wesentliche Bedeutung für dieselbe legt er nur dem *Bacillus robustus* (plumpe, balkenähnliche, sporenbildende Stäbchen) bei, der in Bouillon einen intensiven Geruch nach sauren Bohnen ergab.

Daß neben Hefen und Bakterien auch Schimmelpilze, *Oidium lactis* usw. regelmäßig oder gelegentlich vorkommen, bedarf keiner Hervorhebung. Daß gelegentlich sogar recht merkwürdige Gäste in den Brühen vorhanden sind, zeigt eine Beobachtung von WEHMER (1), der in der Brühe eingesäuerter Bohnen einmal relativ große Formen einer Protozoenart unbekannter Zugehörigkeit fand.

Ueber die chemischen Vorgänge, welche sich bei dieser Bohnensäuerung abspielen, ist bisher Näheres in der Literatur nicht vorhanden. —

Im Anschluß an die Bohnengärung mag ein Produkt Erwähnung finden, das durch Einsäuern von roten Rüben in Rußland im Haushalte bereitet wird, obgleich es sich dabei nicht um eine Haltbarmachung dieser Wurzeln, sondern um die Gewinnung einer vergorenen Flüssigkeit handelt. Es werden dazu süße, rote Rüben gereinigt, in Scheiben geschnitten, mit etwa dem gleichen bis doppelten Volum Wasser überdeckt und ungefähr 7—8 Tage der Gärung überlassen. Nach PANEK (1) verläuft dieselbe verschieden, je nachdem sie bei 18—22 ° oder bei höherer Temperatur sich abspielt. Die vergorene Flüssigkeit soll bei guter Bereitung schleimig sein. Das tritt nach PANEK nur dann ein, wenn sie bei einer Temperatur unter 25 ° vergärt. Sie wird zu einer Suppe verwandt, die **Barszcz** (sprich: Barschtsch) genannt wird, während die Rübenstücke keine weitere Verwendung finden. Das Produkt erinnert demnach an den Kwass (s. Bd. V, S. 252). Nach den Untersuchungen von EPSTEIN (1) liegt aber dabei nur eine Milchsäuregärung, keine alkoholische Gärung vor. Nach PANEK dagegen sind EPSTEIN's Versuche bei zu hoher Temperatur angestellt und die Gärung ist eine schleimige, die nur mit Milch- und Essigsäurebildung einhergeht. EPSTEIN fand in einer im Laboratorium hergestellten Säuerung 0,162 Proz. Gesamtsäure (auf Milchsäure berechnet). Davon waren 93 Proz. Milchsäure, 7 Proz. flüchtige Säure (insbesondere Essigsäure, daneben geringe Mengen von Ameisensäure, keine Buttersäure). In drei verschiedenen Gärversuchen fand EPSTEIN anfangs nur Fäulniserreger, die zum Teil einen schlechten Geruch verursachten, erst vom 3. oder 4. Tage an Milchsäurebakterien in nunmehr bis zum 8. Tage steigender Zahl vor (vergl. S. 313). Bei den drei Versuchen wurden drei verschiedene Arten solcher (*x, y, z*) isoliert. Alle drei waren Stäbchen; *x* und *y* erzeugten Milchsäure und Essigsäure, *z* daneben Spuren von Ameisensäure. Dieser Organismus bildete auch im Gegensatz zu den beiden anderen Gas. Es scheint danach, als ob die Gärungserreger bei diesem Produkte nicht spezifisch, sondern von Fall zu Fall verschieden seien. Dagegen wird die Gärung nach PANEK im wesentlichen durch ein von ihm *Bacterium betae viscosum* genanntes, 0,6 zu 0,8—1 μ messendes, einzeln oder zu zweien oder in Ketten auftretendes, bewegungsloses, nicht Sporen bildendes Stäbchen verursacht, das bei Temperaturen unter 25 ° Dextran bildet und den Agar in eigentümlicher Weise erweicht. Im 2—3 Tage alten Barszcz fand derselbe Autor da-

neben esterbildende Bakterien, denen das Produkt seinen angenehmen Obstgeruch verdanken soll. In den ersten Tagen wurden auch Formen aus der Heubazillus-Gruppe gefunden, die aber ebenso wie die Esterbildner bald durch den Milchsäuregehalt verdrängt werden. Als Produkte der Gärung tritt neben Dextran, Milchsäure und Essigsäure vor allem Mannit auf, den PANEK im Barszcz in verhältnismäßig großer Menge (einmal 12 g pro 2 l Brühe) fand. Erst bei höherer Temperatur als 25° erhielt dieser Autor eine Milchsäuregärung wie sie EPSTEIN's Resultaten entsprechen würde; sie liefert aber keinen guten Barszcz. In solchen Bereitungen fand PANEK drei verschiedene Stäbchenbakterien, die er mit α, β, γ bezeichnet, und von denen er das erste als eine Abart von *Bacterium Güntheri* LEHM. et NEUM. anspricht. PANEK gibt Analysen von fünf Barszcz-Produkten an, die alle schleimig waren und bei denen in einem Liter Flüssigkeit gefunden wurden: Trockenrückstand 35,060 bis 44,780 g, Asche 2,402—3,930 g, Gesamtacidität (auf Milchsäure berechnet) 5,868—6,624 g, Essigsäure 1,704—2,100 g, Milchsäure 3,367 bis 4,320 g, Gesamtstickstoff 0,425—0,714 g, Eiweißstoffe 0,573—2,520 g, Dextran 4,353—15,102 g, Gesamtphosphorsäure (als P_2O_5) 0,247—0,387 g. —

Ein eigenartiges vegetabilisches Produkt wird unter der Mitwirkung von Milchsäurebakterien nach Angaben BUSSE's (1) in Kamerun hergestellt. Die Samen von *Treculia africana* DECNE. (einer Moracee) werden gekocht, geschält und zerquetscht. Der so gewonnene Brei wird unter Zusatz von Capsicum-Pfeffer zu einem Kuchen geformt, der unter dem Namen **Pembe** zu Markte gebracht wird. In frischem Zustande schmeckt er indifferent, nach einigen Tagen aber säuerlich. BUSSE beobachtete in der Flora dieses „vegetabilischen Käses“, wie er das Produkt bezeichnet, nur Bakterien. Untersuchungen über deren Art und über die Natur der Gärung liegen bisher nicht vor. Diesem afrikanischen Nahrungsmittel wäre der in Japan unter dem Namen **Natto** sehr beliebte Bohnenkäse an die Seite zu stellen, welcher derart bereitet wird, daß man Sojabohnen fünf Stunden lang in Salzwasser kocht, den Brei dann zu Klumpen von 100—500 g Gewicht formt und diese, in Stroh verpackt, einen oder mehrere Tage in einem geheizten Keller einer die Auflockerung des Zellgewebes und teilweisen Abbau der Proteine besorgenden Gärung überläßt, welche durch Bakterien durchgeführt wird, über die K. YABE (1) und O. LOEW (1) einige Angaben gemacht haben; man vergleiche auch Bd. IV, S. 263.

§ 86. Einsäuerung von Gurken, Erbsen, Tomaten, Aepfeln.

Die zum Einsäuern bestimmten **Gurkenfrüchte** werden in halb bis dreiviertel ausgewachsenem Zustande geerntet, nach gründlicher Säuberung unter Beigabe von Gewürzzusätzen (Düll, Esdragon, Gurkenkraut, Weinranken, Sauerkirschblättern, Meerrettigscheiben u. dgl. m.) in Gefäße möglichst dicht zusammengeschichtet und mit in der Regel 4—6 Proz. Kochsalz enthaltendem oder seltener auch mit kochsalzfreiem Wasser überschüttet. Durch geeignete Vorrichtungen wird einem Emporschwimmen der Früchte vorgebeugt, da alle aus der Flüssigkeit herausragenden Teile faulen.

Die Säuerung setzt bei 25—35° C in der Regel schon nach 24 bis 48 Stunden ein, verläuft anfangs unter Schaumbildung, dann unter einer Kahmdecke und pflegt nach 2—3 Wochen ihren Höhepunkt zu erreichen.

Wann der Säurerückgang beginnt und wie schnell er verläuft, hängt von der Temperatur und dem Luftzutritt ab. Um letzteren herabzudrücken, pflegt man bei Gärungen in Fässern nach vollendeter Vorgärung die Fässer spundvoll zu machen und zuzuschlagen.

5 Die Brühe einer reifsauren Konserve enthält in der Regel 0,5—0,8 Proz. Säure (auf Milchsäure berechnet). Säuerungen mit weniger als 0,5 Proz. Säure in der Brühe sind als nicht sehr haltbar oder schon im Rückgange begriffen anzusehen, solche mit mehr als 0,8 Proz. Säure sind des hohen Säuregehaltes halber nicht mehr jedem Geschmacke zu-
10 sagend, obschon der prozentische Säuregehalt der Früchte in der Regel sehr viel geringer ist als der der umgebenden Brühe. Die Säure ist optisch-inaktive Milchsäure neben Spuren von Essigsäure und Bernsteinsäure. Von sonstigen Gärungsprodukten ist bisher nur Alkohol in Spuren nachgewiesen worden. Eine Analyse frischer und saurer Gurken gleicher
15 Sorte („Bismarck") hat ADERHOLD (1) geliefert, von deren Ergebnissen einige in nachfolgender Tabelle zusammengestellt sind:

Gehalt in Prozenten an	Frische Gurken:	Saure Gurken: Säuerung im Faß	Saure Gurken: Offene Säuerung; aus demselben Gefäß Früchte größere	kleinere
Wasser	95,96	95,89	96,40	96,04
Trockensubstanz	4,04	4,11	3,60	3,96
Gesamtzucker	0,99	0,00	0,012	0,022
Traubenzucker	0,88	0,00	0,00	0,00
Rohrzucker	0,11	0,00	0,012	0,022
Stickstofffreie Extraktstoffe ohne Zucker	1,32	1,05	0,847	nicht bestimmt
Stickstoffhaltige Substanz	0,58	0,375	0,313	0,330
Fett	0,09	0,155	0,18	0,15
Holzfaser	0,68	0,35	0,45	nicht bestimmt
Asche nach Abzug des Kochsalzes	0,38	0,34	0,33	0,21
Kochsalz	--	1,65	1,27	1,29
Säure (auf Milchsäure berechnet)	—	0,19	0,20	nicht bestimmt

Durch HEINZE (2) ist gezeigt worden, daß der Zuckergehalt der Gurkenfrüchte nach Sorte und Alter (wahrscheinlich auch nach dem Wetter) sehr verschieden ist und daß das erfahrungsgemäß zum Ein-
20 säuern verwandte mittelgroße Altersstadium das zuckerreichste ist. Neben direkt reduzierendem ist überall ein erst nach Inversion reduzierender Zucker vorhanden. Die von HEINZE gefundenen Mengen des ersteren schwanken zwischen 0,00 und 0,98 Proz., die des letzteren zwischen 0,03 und 0,14 Proz. der Frischsubstanz, bezw. 0,0—23,56 Proz. und 0,75 bis
25 3,58 Proz. der Trockensubstanz. Ob neben Zucker auch andere Substanzen in Gurkensäuerungen Material für die Säurebildung liefern, ist noch unbekannt. Daß aber noch andere Umsetzungen stattfinden, zeigen Farbe und Konsistenz der gesäuerten im Vergleich zur frischen Frucht an. Die markweiße, knackende Beschaffenheit der letzteren macht
30 während des Säuerungsprozesses einem glasigen wie erfroren erscheinenden Aeußeren und einer gewissen Weichheit Platz. Es dürfte namentlich die Rolle der Pektinsubstanzen und eines von ADERHOLD und HEINZE (1) in ziemlich beträchtlicher Menge in den Gurken gefundenen, vermutlich zu

den Pentosen gehörigen Körpers zu prüfen lohnend sein. Der in erwähnter Analyse ersichtliche Rückgang des Holzfasergehaltes deutet auf Veränderungen der Zellwand hin.

Während der Vorgärung sind in den Säuerungen in der Regel bewegliche Stäbchen anzutreffen. Als Formen dieser Art sind von ADERHOLD isoliert worden: *Bacterium coli*, *Bact. fluorescens liquefaciens* und *Bact. fluorescens non liquefaciens*, *Bacillus subtilis* (auch von HENNEBERG gefunden) und *Bac. megaterium* sowie drei nicht näher benannte Arten (das orangerote, das Maulbeer- und das dem Heubazillus ähnliche Bakterium). Die Schaumbildung ist nach ADERHOLD dem *Bact. coli*, nicht Hefen oder *Torula*-Arten zuzuschreiben, wenn auch letztere in späteren Stadien der Säuerung selten fehlen.

Als Milchsäurebakterien sind aus Gurkenbrühen isoliert und beschrieben worden: *Bacterium Güntheri* LEHM. et NEUM. *var. inactiva* von ADERHOLD, *Micrococcus tener* R. WEISS und *Bacillus ventricosus* R. WEISS von R. WEISS, *Bacillus cucumeris fermentati* HENNEBERG, *Bac. Aderholdi* HENNEBERG und *Pediococcus acidi lactici* von HENNEBERG (1).

Nach ADERHOLD hat *Bact. Güntheri* oder, wie diese Art von LEICHMANN und heute allgemein genannt wird, *Bacterium lactis acidi* (vergl. S. 64) in Gurkensäuerungen die weiteste Verbreitung und für die Säuerung selbst die größte Bedeutung. Es stellt in der Regel kurze (0,8—2,5 zu 0,5—0,9 μ), seltener lange, 7—12 μ messende, an den Enden abgerundete oder etwas zugespitzte, bewegungslose Stäbchen dar, die einzeln oder namentlich bei Temperaturen über 30° in Ketten auftreten, Bouillon schon nach 24 Stunden trüben, zur Schleimbildung neigen, ohne Gasbildung nach 7 Tagen in zuckerhaltiger Bouillon 0,729 Proz., in Krautbrühe bis 1,287 Proz. Säure erzeugen, die größtenteils optisch-inaktive Milchsäure (deshalb „*var. inactiva*“) neben Spuren von Essigsäure und Bernsteinsäure ist. Als sonstiges Gärprodukt sind nur Spuren von Alkohol beobachtet worden. ADERHOLD hält den Organismus in ähnlicher Weise für variabel, wie BEIJERINCK die Milchsäurebakterien der Brennereimaische (vergl. Bd. V, S. 298) und hat fünf verschiedene Varietäten desselben unterschieden, die sich, neben der Säuerungsenergie, teils durch die größere oder geringere Neigung zur Kettenbildung und Schleimbildung und verändertes Wachstum auf Kartoffeln (Frankenhäuser Varietät), teils durch etwas größere Kolonien (Varietät β von Liegnitz), teils durch relativ große Kolonien- und Individuenmaße, allmähliche Lösung des Coagulums der Milch (*var* α von Liegnitz) u. dgl. m. unterscheiden. Die Stellung dieses Bakteriums zu anderen Milchsäurebakterien ist bereits auf S. 85 erörtert worden, so daß hier nicht weiter darauf eingegangen zu werden braucht.

HENNEBERG hat die Richtigkeit der Bestimmung des von ADERHOLD gefundenen Bakteriums angezweifelt und hält für wahrscheinlich, daß ADERHOLD in seinem *Bacterium Güntheri var. inactiva* und der Frankenhäuser Varietät den *Bacillus cucumeris fermentati* HENNEBERG bezw. *Bacillus Aderholdi* HENNEBERG vor sich hatte, die beide von *Bacterium lactis acidi* LEICHM. verschieden sind.

Bacillus cucumeris fermentati stellt 1,7—2,1 μ lange, 0,7—1 μ breite, einzeln oder in kurzen Ketten auftretende Stäbchen dar, die das Optimum ihres Wachstums bei 34° C, das Maximum bei 45° C haben. Er säuert Arabinose (ein Stamm allerdings nicht), Lävulose, Dextrose, Galactose, Rohrzucker, Maltose, Milchzucker, Raffinose, Trehalose, Dextrin und Mannit und bildete in HENNEBERG's Versuchen bis 0,88 Proz. Milchsäure.

Bacillus Aderholdi bildete 2,1—8,4 zu 0,5—0,7 μ messende, einzeln oder in Ketten auftretende Stäbchen, deren Säuerungsoptimum anfangs bei 37—38°, später bei 31—35° C, deren Wachstumsmaximum bei 48 bis 50° C lag. Er vergor die gleichen Zuckerarten wie *Bac. cucumeris* 5 *fermentati*, mit Ausnahme jedoch von Arabinose, Trehalose und Mannit. Da er aus fadenziehender Gurkenbrühe isoliert wurde, hält HENNEBERG ihn für krankheitserregend in Gurkensäuerungen, als deren eigentlichen Erreger er dagegen seinen *Bac. cucumeris fermentati* ansieht.

Die Frage, ob ADERHOLD's Organismus zur Spezies *Bacterium* 10 *Güntheri* LEHM. et NEUM. als *var. inactiva* zu ziehen ist, hängt einerseits davon ab, ob LEICHMANN tatsächlich recht hatte, wie heute allerdings allgemein angenommen wird, sein *Bact. lactis acidi* mit *Bact. Güntheri* zu identifizieren, andererseits davon, ob die von HENNEBERG für *Bac. cucumeris fermentati* gefundenen Eigenschaften auch sämtlich dem ADER- 15 HOLD'schen Bakterium zukommen. Sie kann nicht als entschieden gelten und dürfte auch kaum zu lösen sein. Bestimmt geht aber aus den Befunden beider Forscher hervor, daß die hauptsächlichsten Erreger der Milchsäuregärung in den Gurkenbrühen bewegungslose, einzeln auftretende oder Ketten bildende, neben kurzen mitunter auch lange Individuen auf- 20 weisende, Dextrose, Galactose und Lactose ohne Gasentwicklung vergärende, nicht sporenbildende und Gelatine nicht verflüssigende Stäbchen sind.

Die von R. WEISS gefundenen Organismen *Micrococcus tener*, der auch in Bohnenbrühen, und *Bacillus ventricosus*, der auch in Bohnen- und 25 Rübenbrühen gefunden wurde, Sporen bildet und beweglich ist, scheinen nur gelegentlich auftretende Gärungserreger zu sein, die aber, wo sie vorkommen, zu kräftiger Säuerung befähigt erscheinen, da sie in WEISS' Versuchen bis zu 1,12 bezw. 1,27 Proz. Milchsäure zu erzeugen vermochten.

30 *Bact. Güntheri var. inactiva* läßt nach ADERHOLD's Befunden das Fleisch der eingesäuerten Gurken markweiß und knackend hart. Die Veränderung, welche es beim Einsäuern erfährt und welche es weich, durchscheinend wie erfroren erscheinen läßt, glaubt dieser Autor der Tätigkeit von *Bact. coli* zuschreiben zu sollen, derart, daß die Konserve, 35 wie sie im Handel ist, ein Produkt der gemeinsamen Arbeit von *Bact. Güntheri* (dem Säuerungserreger) und *Bact. coli* ist. Da letztgenanntes Bakterium, über dessen Eigenschaften man genauere Angaben auf S. 105 findet, aber zweifellos ein wenn auch selbst Milchsäure erzeugender Fäulniserreger ist, der später Milchsäure zerstört und die 40 Gurken weich macht, soll das Bestreben darauf gerichtet werden, ihn möglichst auszuschließen und dem wertvollen *Bact. Güntheri* allein die Herrschaft zu verschaffen.

Daß übrigens *Bact. coli* nicht der alleinige Milchsäurezerstörer in Gurkeneinsäuerungen ist, bedarf keiner Hervorhebung. Neben ihm fehlt 45 das im 16. Kapitel des IV. Bandes beschriebene *Oidium lactis*, dessen Tätigkeit schon auf S. 314 gedacht wurde, niemals, und es kommen auch verschiedene ähnlich wirkende Sproßpilze vor, von denen ADERHOLD zwei *Torula*- und eine *Mycoderma*-Art (*Mycoderma cucumerina* ADERHOLD) isoliert hat. Letztere ist von HEINZE (1) genauer studiert und be- 50 schrieben worden. Hyphenpilze kommen in den Säuerungen nur als gelegentliche Begleiter und fast nur auf der Kahmdecke oder auf den aus der Flüssigkeit herausragenden Teilen vor. Es sind an solchen Arten beobachtet worden: *Penicillium glaucum* und *Aspergillus glaucus* (s. 10. Kap.

d. IV. Bds.), *Mucor racemosus* und *Rhizopus nigricans* (s. 21. Kap. d. IV. Bds.), *Cephalothecium roseum*, *Verticillium cucumerinum* Aderh., *Sporidesmium mucosum var. pluriseptatum* Krst. und *Monilia candida* (s. 16. Kap. d. IV. Bds.). Sie zerstören zum Teil, wie auf S. 314 erwähnt wurde, Milchsäure, beeinflussen aber auch das Produkt geschmacklich ungünstig. —

Aehnlich wie die Gurken werden auch den Hülsen entnommene grüne **Erbsen,** ferner **Tomaten** und in Rußland endlich auch **Aepfel** eingesäuert. Näheres über das dabei übliche Verfahren kann bei Félice (1), im Praktischen Ratgeber für Obst- und Gartenbau, 1896, S. 325, sowie im Universallexikon der Kochkunst (1) nachgesehen werden. Ueber die chemischen und biologischen Vorgänge bei diesen Konservierungen ist nichts bekannt, so daß es nicht einmal sicher ist, ob es sich dabei stets um Milchsäuregärungen handelt. Bei dem Einsäuern der Aepfel scheint wenigstens die Möglichkeit, daß eine Essigsäuregärung vorliegt, nicht ausgeschlossen zu sein.

§ 87. Allgemeines über Futtereinsäuerung. Unterscheidung von Sauerfutter, Grünpreßfutter und anderen Konservefuttern.

Durch Einsäuerung können alle frischen, zuvor nicht getrockneten Futtermittel konserviert werden. Vielleicht am regelmäßigsten pflegt man in Deutschland und Oesterreich die Abfälle der Rübenzuckerfabrikation, die Rübenschnitzeln, einzusäuern, doch werden auch Kartoffeln und Rüben im gesunden oder namentlich im angefrorenen Zustande, Kohlrüben und Möhren, die abgepreßte bei der Stärkefabrikation gewonnene Pülpe und die Abfälle der Konservenfabrikation eingesäuert. Von Grünfutterpflanzen werden in erster Linie Mais, Sorghum und Rübenblätter, aber auch die Kleearten und Wiesengräser, Senf, Buchweizen, Lupinen und allerhand anderes Material auf diese Weise konserviert.

Das Einsäuern wird entweder in rohen oder ausgemauerten Erdgruben oder in besonderen, über der Erde stehenden Gebäuden, sogen. Silos, oder in Feimen oder freistehenden Haufen vorgenommen. Die Maße, welche man den Behältern oder Haufen gibt, sind (Gruben nach Goffart 5 m breit, 12 m lang und 5 m tief, nach Kühn 2,5—3 m breit, 12 m lang, 1,5—4 m tief) so zu wählen, daß im Verhältnis zum Inhalt möglichst wenig Oberfläche und doch ein Querschnitt gewonnen wird, welcher beim Anbruch der Konserve nie lange frei zu liegen braucht.

Die einzusäuernden Materialien werden auch hier entweder ohne Zerkleinerung oder zerkleinert, roh oder (Kartoffeln) auch gedämpft in die Behälter oder Feimen gebracht, fest zusammengetreten, mit einer Schicht Stroh oder Häcksel bedeckt und dann mit Erde oder Steinen beschwert, oder mittelst besonderer Preßvorrichtungen so gepreßt, daß auf dem Quadratmeter Oberfläche ein Druck von ungefähr 800—1000 kg lastet. Als Zusätze zur Masse sind Kochsalz (bis zu ein Proz.) und bei Rübenblättern zur Neutralisation der in ihnen vorhandenen Oxalsäure bezw. oxalsauren Salze und eines Teils der entstehenden Milchsäure Kreide (50 g auf 100 kg Futter) empfohlen worden. Zusätze wie Borax, Salicylsäure, Schwefelkohlenstoff u. dergl. m. beruhen auf einer Verkennung des Verfahrens.

Die, wie auf S. 312 erwähnt, in den Massen eintretende Selbsterwärmung kann je nach der Beschaffenheit des Materiales, dessen

festerer oder lockerer Packung, der Größe der Haufen, der herrschenden Außentemperatur usw. eine verschiedene Höhe erreichen. Sie kann bis auf 60, 80, ja 100 und noch mehr Grad hinaufgehen. Albert (1) gibt 102,5 ° C als höchste beobachtete Temperatur an. In Materialien, die vorher 5 durch Dämpfen oder Brühen abgetötet worden sind, bleibt sie zumeist niedriger als in frisch zusammengehäuften. In diesen ist die erreichte Temperaturhöhe verschieden, je nachdem die Pflanzenteile straff und wasserreich oder in angewelktem Zustande zusammengebracht worden sind.

Je nach den Ausgangsmaterialien, dem angewandten Verfahren und 10 den in den Haufen erreichten Temperaturen gewinnt man bei der durch Gärungsprozesse bewirkten Futterkonservierung vier verschiedene Produkte: Brennheu und Braunheu werden aus Grünfuttermassen, Sauerfutter und Grünpreßfutter aus den verschiedenartigen, auf S. 329 erwähnten Pflanzenmassen dargestellt. Bei der Brennheubereitung werden 15 die Haufen, nachdem genügende Selbsterhitzung eingetreten ist, auseinander geworfen und die Stoffe wie Heu getrocknet. Der Gärungsprozeß soll hier nur das Trocknen beschleunigen. Bei der Braunheubereitung wird vorgetrocknetes, etwa um die Hälfte oder ein Viertel seines Wassers beraubtes Grünfutter in Haufen gesetzt. Es erwärmt sich, 20 und gibt schließlich ein mehr oder minder trockenes, heuartiges, braunes Produkt. Dadurch tritt es in Gegensatz zu den hier zu besprechenden beiden Sauerfutterarten (dem Sauerfutter und Grünpreßfutter), die bei guter Bereitung ein saftiges, an Wasser und Milchsäure verhältnismäßig reiches Produkt darstellen. Zu ihrer Bereitung kommen die 25 Pflanzenteile in der Regel mit ihrem natürlichen Wassergehalte zur Verwendung. Sauerfutter wird gewonnen, wenn die Temperatur im Innern der Massen relativ niedrig (d. h. unter etwa 40 ° C) bleibt, Grünpreßfutter, sofern sie diese Höhe überschreitet und auf 50 und mehr Grad hinaufgeht.

30 Die biologischen und chemischen Prozesse, die sich in diesen viererlei Futterkonserven abspielen, sind zweifellos bis zu einem gewissen Grade gleich; überall Selbsterwärmung und Säurebildung, nur graduell unterscheiden sie sich. Bei der Brennheu- und Braunheubereitung bildet die Erwärmung den wertvollsten Teil des Geschehens, bei der Sauer- und 35 Grünpreßfuttergewinnung ist dagegen die Säurebildung das Kennzeichnende. Deshalb werden erstere Verfahren an anderer Stelle dieses Handbuches, nämlich im 24. Kapitel des Ersten Bandes, besprochen und es werden nur letztere hier zu behandeln sein. Es ist aber einleuchtend, daß es bei dem geringen Einfluß, den wir bisher auf die Vorgänge im 40 Innern solcher Konserven haben, nicht immer gelingt, ein bestimmtes, vom anderen scharf unterschiedenes Produkt zu gewinnen, daß vielmehr ungewollt statt Sauerfutter gelegentlich Grünpreßfutter oder statt dessen im ganzen Haufen oder einzelnen Teilen desselben Braunheu und umgekehrt entsteht.

45 Die Bedeutung, welche die Höhe der Selbsterwärmung für die Gärung beim Einsäuern hat, ist lange übersehen worden.

Erst Miles (1) und besonders Fry (1) wiesen darauf hin, daß ein anderes Produkt als das gewöhnliche Sauerfutter entsteht, wenn die Selbsterwärmung auf mehr als 50 ° C geht. Fry nannte dieses Produkt 50 „Sweet Ensilage“, weil er es im Gegensatz zum Sauerfutter für ein „süßes“, nicht gesäuertes Produkt hielt. Schon Kühn (1) wies indes darauf hin, daß auch bei Temperaturen über 50 ° C nichts anderes als ein Sauerfutter gewonnen wird. Beide unterscheiden sich nach den An-

gaben in der Literatur nicht so sehr durch den Säuregehalt überhaupt, als durch den Gehalt an flüchtigen Säuren. Bei dem Brennereiprozeß ist beobachtet worden, daß es durch Säuerung bei höheren Temperaturen gelingt, die Entstehung flüchtiger Säuren zu verhindern. Es liegt daher nahe, auch in dem bei höherer Temperatur als Sauerfutter entstehenden 5 Grünpreßfutter weniger flüchtige Säure zu erwarten als in ersterem. In der Tat riecht dieses Futter nicht so stechend, nicht so „sauer“, wie jenes. Indes stimmen die Angaben über den Säuregehalt beider Materialien, wie aus den beiden folgenden Paragraphen hervorgeht, hiermit nicht immer überein. 10

§ 88. Sauerfutter.

Albert (1 u. 2), bei dem man eine klare Unterscheidung zwischen Sauerfutter und Grünpreßfutter findet, verlangt, daß die Temperatur in Sauerfutter nicht über 35 bis höchstens 40° C steige. Diese Temperatur entspricht den Zahlen, welche man in wohl gelungenen Ein- 15 säuerungsversuchen beobachtet hat. Schatzmann (1) fand z. B. in einem Silo von elliptischer Grundfläche und 37,5 cbm Inhalt am 2. Tage nach der Füllung 26° C, am 16. Tage 34° (höchster Stand), am 36. Tage 23°, am 56. Tage 19° und am 106. Tage 8° C. E. Weiss (1) sah in einer Rübenschnitzelsäuerung die Temperatur bis auf 30° C steigen, dann 20 allmählich auf 10 und weniger Grad fallen.

Ein gut bereitetes Sauerfutter soll je nach den Materialien grau oder graugrün oder grün sein und die Form der letzteren noch deutlich erkennen lassen, feucht, aber nicht matschig und breiig sein. Es riecht stets mehr oder weniger nach flüchtigen Säuren, besonders Buttersäure 25 und Essigsäure, und ist dadurch von Grünpreßfutter zu unterscheiden. Der Säuregehalt ist nicht bloß nach den Materialien, sondern auch in gleichartigen Konserven sehr verschieden hoch. Hellström (1) fand in fünf Proben 1,03—0,98—0,77—0,88 und 1,09 Proz., Fittbogen (1) 1,221 Proz., Fry (1) bis 2,043 Proz., Boehmer (1) 0,54 Proz. Die nicht-flüchtige Säure 30 ist der Hauptsache nach Milchsäure, doch sind daneben Citronensäure und Bernsteinsäure beobachtet worden. Von flüchtigen Säuren sind neben Buttersäure besonders Essigsäure, Kohlensäure (zufolge Lechartier in Mais 2,18 Proz.), nach Boehmer auch Baldriansäure, dann Propionsäure, in geringen Mengen auch Ameisensäure festgestellt worden. Auch das 35 gegenseitige Mengenverhältnis zwischen flüchtigen und nichtflüchtigen Säuren schwankt außerordentlich. Fry (1) fand neben 1,08 Proz. nichtflüchtiger 0,27 Proz. flüchtige Säure, oder in einer anderen Probe neben 1,704 Proz. nichtflüchtiger 0,339 Proz. flüchtige Säure, Boehmer (1) bei Mais neben 0,43 Proz. nichtflüchtiger 0,11 Proz. flüchtige Säure. 40 Postelt (1) beobachtete in zwei Proben von Konservenabfall-Sauerfutter: 0,2 bezw. 0,26 Proz. Buttersäure, 0,13 bezw. 0,18 Proz. Essigsäure, 1,31 bezw. 1,69 Proz. Milchsäure. Nach Angaben von E. Weiss (1) soll Maercker in Rübenschnitzeln aber ca. fünfzehnmal mehr Essigsäure als Milchsäure gefunden haben. E. Weiss selbst beobachtete 45 darin nach vierwöchiger Säuerung neunmal mehr Essigsäure als Milchsäure, so daß es sogar zweifelhaft erscheint, ob die Rübenschnitzeleinsäuerung nicht mehr den Charakter einer Essig- als einer Milchsäuregärung hat, wie Weiss in der Tat annimmt. Er betrachtet als feststehend, daß selbst in den ersten Gärungsstadien überwiegend flüchtige 50

Säuren entstehen, als welche er Essigsäure, Buttersäure und Spuren von Ameisensäure nachweisen konnte, und daß deren Menge im weiteren Verlaufe wahrscheinlich auf Kosten der nichtflüchtigen Säuren zunimmt.

Ueber die Erreger dieser Gärungen ist noch wenig bekannt, und das Bekannte bezieht sich fast ausschließlich auf gesäuerte Rübenschnitzel. Aus diesen haben E. Weiss (1), R. Weiss (1) und Epstein (2) eine ziemlich große Zahl verschiedener Säuerungserreger gezüchtet. E. Weiss schied aus dem Safte gesäuerter Rübenschnitzel drei verschiedene Säurebildner ab, die er als *Bacterium pabuli acidi I, II, III* bezeichnet. Davon bildete *III* Gas, inaktive Milchsäure neben etwas Essigsäure und vergor Rohrzucker schlecht, während *I* und *II* kein Gas und Rechtsmilchsäure neben etwas flüchtiger Säure ergaben und Traubenzucker und Rohrzucker gut vergoren. Das *Bact. pabuli acidi I* ähnelt dem *Bact. lactis acidi* Leichm. Bei 40° C bildete es 1,13 Proz. Säure, auf Milchsäure berechnet. Bakterium *II* ist starkwüchsiger, bildet seltener Ketten, gibt einen gleichmäßigen, nicht körnigen Stich und soll dem *Bacillus casei α* Freudenreich (s. S. 71) ähneln. Das Bakterium *III* endlich ist ein in der Regel einzeln, selten zu zweien vereint auftretendes Kurzstäbchen, das nach Weiss möglicherweise mit dem *Saccharobacillus pastorianus* (s. Bd. V, S. 213) identisch ist. Nach Leichmann gehören alle drei Arten in eine biologische Gruppe mit *Bacterium lactis acidi* Leichm. (vergl. S. 85). Da keiner dieser Organismen so große Essigsäuremengen hervorbrachte, wie sie Weiss in den Säuerungen fand, und da außerdem Essigsäure in der Regel nur bei reichem Luftzutritt gebildet wird, dieser aber im Innern der Schnitzelmasse fehlt, nimmt E. Weiss die Existenz besonderer eigenartiger Erreger von Essigsäuregärung an, hat sie aber nicht isoliert.

R. Weiss züchtete aus vergärenden oder vergorenen Rübenschnitzeln acht neue, von ihm beschriebene Bakterienarten, von denen *Pseudomonas lactica* bis zu 1,8 Proz., *Bacillus odoratus* bis 1,7 Proz., *Bac. robustus* bis 1,26 Proz., *Bac. tuberosus* 0,6—0,8 Proz., *Bac. fungosus* bis 1,08 Proz. Säure bildete, während ein *Streptococcus citreus* nur 0,2—0,25 Proz. Säure ergab und bei *Micrococcus subluteus* und *Bacterium plicativum* Angaben über die Säuerungskraft ganz fehlen. Besonders interessant unter den genannten Säurebildnern ist *Pseudomonas lactica* R. Weiss, da sie die Gelatine grün fluoreszieren macht. Angaben über die Bedeutung, welche diese Organismen für die Rübensäuerung haben, fehlen bei R. Weiss.

Epstein (2) hat meines Wissens die von ihm aus sauren Rübenschnitzeln gezüchteten Säurebildner noch nicht näher beschrieben. Bei der Diffusion der Schnitzel gingen sie zumeist zugrunde, da sie die dabei übliche Erwärmung von 65—70° C nicht aushielten. Diese überstanden dagegen die daneben vorhandenen sporenbildenden Erd- bezw. Kartoffelbazillen, welche je nach der Art eine verschiedene, im allgemeinen schlechte Gärung hervorriefen. Einmal wurde in einem Versuche Epstein's die gesamte Masse infolge Cellulosegärung in eine jauchige Flüssigkeit verwandelt.

Die Sauerfutterbereitung ist stets mit einem mehr oder weniger großen Verluste an Substanz verbunden, der einmal dadurch zustande kommt, daß die äußersten Futterschichten mehr oder minder stark verderben, zum anderen dadurch, daß ein Teil der sich bildenden Flüssigkeiten abfließt und verloren geht, und endlich dadurch, daß bei der Gärung Umsetzungen eintreten. Es leuchtet ein, daß die beiden ersten Verlustquellen durch gemauerte Gruben, möglichst feste Packung, nament-

lich der äußeren Schichten, und möglichst kleine Oberfläche der Masse bis zu einem gewissen Grade vermeidbar sind. Immerhin bleiben die Verluste groß genug. Man rechnet in der Praxis mit 10—30 und noch mehr Prozenten.

Zur Veranschaulichung der Stoffumsetzungen, die in den säuernden Materialien vor sich gehen, mögen folgende von Fittbogen (1) bezw. Boehmer (1) herrührende Analysen als Beispiele angeführt werden. Es enthielten in 100 Teilen:

	1. Wrucken		2. Mais	
	a) frisch	b) gesäuert in Erdgruben	a) frisch Mittelwerte aus 11 Analysen	b) gesäuert
Wasser	*87,670	*87,005	83,24	84,83
Proteinstoffe (bezw. Rohproteine)	*1,065	*1,377	1,68	1,43
Traubenzucker	*6,099	*1,016	—	—
Rohrzucker	*0,428	*0,130	—	—
Säure (auf Milchsäure berechnet)	—	*1,221	—	—
Fett (bezw. Rohfett)	*0,105	*0,107	0,22	(0,68)
Rohfaser	*1,049	*2,338	4,94	1,33
StickstofffreieExtraktstoffe	*3,584	*6,806	8,59	6,85
Asche	(0,544)	(0,773)	1,33	1,39

Bemerkung: Die *Zahlen sind auf sand- und aschenfreie Substanz umgerechnet.

Gleich diesen zeigen fast alle in der Literatur vorliegenden Analysen bedeutende Unterschiede hinsichtlich der Zunahme oder Abnahme der einzelnen Futterbestandteile. Sie sind zum Teil in der angewandten Untersuchungsmethode, der Probenahme usw., zum Teil aber auch zweifellos in der Verschiedenheit des Gärverlaufes begründet.

Dieser hohen Verluste halber lohnt das Einsäuern des Futters nur da, wo es sich um Materialien handelt, die ohne solches zugrunde gehen würden. Wieweit sie sich durch bessere Kenntnis des Gärverlaufes und zielbewußte Führung desselben werden herabsetzen lassen, läßt sich bis heute noch nicht überschauen.

§ 89. Grünpreßfutter.

Zu Grünpreßfutter werden besonders häufig Mais, die späteren Schnitte von Wiesengras, Erbsen, Wicken, Lupinen u. dergl. verarbeitet. Rübenschnitzel, Kartoffeln und nach Albert (1), dem man eingehende Untersuchungen über Grünpreßfutter verdankt, auch grüne Rübenblätter eignen sich weniger dazu, da bei ihrer Einsäuerung die gewünschten hohen Temperaturen (vergl. S. 330) nicht leicht zu erreichen sind — ein Uebelstand, der sich bei dem letztgenannten Materiale aber durch Beimischung trockenerer Futtermassen beheben lassen soll.

Die bequemste und für das Grünpreßfutter charakteristische Herstellungsweise ist die in freistehenden Feimen, denen man entweder die Form von Würfeln oder vierseitigen Säulen oder von kleinen, von einem Satteldach gekrönten Häuschen gibt. Die Feimen bieten den Vorteil, daß sie am Orte der Futtergewinnung hergerichtet und durch bequeme Preßvorrichtungen nach Belieben einem stärkeren oder schwächeren Drucke ausgesetzt werden können, haben aber den Nachteil, daß die Randverluste größer sind als in Silos. Zum Pressen der Feimen dienen

im einfachsten Falle in verschiedener Höhe in dieselben eingelegte, an den Enden herausragende und beschwerte Balken, im anderen Falle besondere Feimenpressen, die entweder selbsttätig (BLUNT's, MAYFARTH's Presse usw.) oder nicht selbsttätig (JOHNSON's, DOLBERG's Presse usw.) wirken. Bei ersteren bleibt der Druck, welcher auf der Feime lastet, beim allmählichen Zusammensinken derselben immer der gleiche, bei letzteren läßt er im selben Maße nach, so daß die Presse, um ihn wiederherzustellen, „angezogen" werden muß. Seine Größe, die man regulieren kann, ist von entscheidendem Einflusse auf die Temperatur im Innern der Feime und damit auf das Produkt. Bei geringerem Drucke ist dank des erleichterten Luftzutrittes die Erwärmung der Masse eine größere als bei stärkerem Drucke, weil dabei die thermogenen Bakterien eine größere Tätigkeit entfalten können. Man beobachtet daher den Stand und die Veränderung der Temperatur im Innern des Haufens an eingelegten, für diesen Zweck von E. MEISSL angegebenen Thermometern und führt den Haufen so, daß jene möglichst schnell auf 50 ° C ansteigt, aber womöglich nicht oder nicht erheblich über 70 ° C hinausgeht. Bei Einwirkung zu hoher Temperaturen leidet die Farbe des Grünpreßfutters, anscheinend, namentlich in trockenen Materialien, auch die Verdaulichkeit der Eiweißstoffe desselben, und es wird ein dem Braunheu ähnliches Produkt gewonnen.

Neben dem Drucke hat auf die Erwärmung der Masse der Wassergehalt der Pflanzenteile, deren größere oder geringere Sparrigkeit, die Art und Zahl der in ihnen vorhandenen thermogenen und sonstigen Gärungsorganismen und endlich die Größe der Feime einen Einfluß. Von FRY (1) war empfohlen worden, sehr wasserreiche Pflanzenteile vor der Zusammenschichtung ähnlich, wie es bei der Braunheubereitung geschieht, so weit abtrocknen zu lassen, daß sie nicht mehr als 75 Proz. Wasser enthalten — ein Zustand, der erreicht sein soll, wenn beim Zusammendrehen einer Handvoll Futters kein Wasser aus demselben austritt. Indes sind zweifellos gute Resultate auch ohne zuvoriges Abwelken zu erzielen, und ALBERT (1) hat mit vorgetrocknetem Wiesengras im Gegenteil einmal ungünstige Erfahrungen gemacht. Es kommt offenbar nicht allein auf den Wassergehalt als solchen, als vielmehr auch darauf an, wie der turgescente oder welke Zustand der Pflanzenteile deren Eignung zur Zusammenschichtung beeinflußt. Steifes Material wird bei gleichem Druck mehr Lufträume in sich bewahren und damit die Tätigkeit der thermogenen Bakterien günstiger beeinflussen als schmiegsames, relativ trockenes und dazu sparriges mehr als feuchtes und nicht sparriges. Mit anderen Worten, es darf bei Beurteilung dieser Verhältnisse nicht eine einzige Eigenschaft für sich allein ausschlaggebend gemacht werden, sondern es müssen alle gleichzeitig Berücksichtigung finden. Daß hierin eine gewisse Unsicherheit der Methode liegt und stets liegen wird, ist leicht einzusehen.

Die in dem Haufen zustande kommende Temperatur ist aus diesen und anderen Gründen nie in allen Teilen desselben eine völlig gleiche. Die äußeren Schichten pflegen sich anfangs in der Regel schneller zu erwärmen als die inneren, die dafür oft höhere Temperaturen annehmen als diese und sie länger halten. In verschiedenen Tiefen eingelegte Thermometer zeigen daher zu gleicher Zeit zumeist verschieden hohe Temperaturen. Zum Belege dessen mögen ein paar Temperaturmessungen aus einem Versuche ALBERT's mit Wundklee in einer durch eine BLUNTsche Presse gepreßten Feime Erwähnung finden. An der Ostseite der

am 17., 18. und 19. Juni 1889 aufgebauten Feime wurden am 22. Juni abends

in 1 m Höhe u.	2 m Tiefe	39,00° C
„ 2 „ „ „	1,5 „ „	55,5° C
„ 0,5 „ „ „	0,75 „ „	50,75° C

und am 23. Juni abends

in 1,5 „ „ „	1 „ „	64,50° C
„ 1,5 „ „ „	1,5 „ „	49,50° C

gemessen. Es wird auf diese Weise verständlich, daß das Produkt, welches man bei der Grünpreßfutterbereitung erhält, sogar im selben 5 Haufen nie ganz gleichartig ist, ganz abgesehen von den äußersten, freiliegenden Schichten.

Ueber die Organismen, welche bei der Grünpreßfutterbereitung eine Rolle spielen, ist Näheres nicht bekannt. In den äußersten Schichten einer Feime fehlen begreiflicherweise Schimmelpilze nie; im Innern be- 10 herrschen zweifellos Bakterien das Feld, und es dürften darunter nicht bloß aerobe, sondern auch anaerobe Arten vertreten sein. Daß sie zum Teil thermotolerant oder thermophil im Sinne der S. 448 des Ersten Bandes sind, ist selbstverständlich. Emmerling (1) fand bei einem Laboratoriumsversuche in gärendem, frischen Grase von Schimmelpilzen 15 besonders *Mucor*-Arten, von Spaltpilzen Buttersäurebakterien, Heubazillen, verschiedene Kokken und den *Bac. mycoides* und ist geneigt, letzterem Organismus nicht bloß bei der Eiweißzersetzung sondern auch bei der Milchsäurebildung eine Rolle zuzuschreiben. Inwiefern diese Befunde, die bei einem Braunheu gemacht wurden, jedoch auf die Grünpreßfutter- 20 bereitung übertragbar sind, muß noch dahingestellt bleiben. Die Organismen, die Miehe (1) bei der Selbsterhitzung des Heues gefunden hat und die im Grünpreßfutter zweifellos stets oder gelegentlich vorkommen werden, sind schon auf S. 314 erwähnt worden.

Das Grünpreßfutter ist bei guter Bereitung von grüner bis oliven- 25 brauner Farbe, riecht brot- oder pfefferkuchenartig, nicht ranzig oder sauer. Die Forderung, daß es keine oder wenigstens stets weniger flüchtige Säure enthalten soll als das Sauerfutter, ist in praxi keineswegs immer erfüllt, wie ein Vergleich der im vorigen Paragraphen für Sauerfutter angegebenen Säuerungsgrade (von den Maercker'schen und 30 Weiss'schen Befunden abgesehen) mit den hier folgenden Zahlen ergibt.

Albert (1) fand bei seinen Versuchen in Prozenten der Frischsubstanz des Grünpreßfutters:

	flüchtige	nicht-flüchtige	Gesamt-Säure
Wiesengras	0,60	1,89	2,49
Rotklee	0,53	1,06	1,59
Wundklee	0,68	0,93	1,61
Mais	0,37	0,81	1,18
desgl.	0,80	0,49	1,29
Rübenblätter mit Spreu	0,76	1,02	1,78
desgl. ohne Spreu	0,34	1,04	1,38
Rübenblätter	0,09	0,16	0,25

Es dürfte also mehr die Art der gebildeten flüchtigen Säuren und der noch unbekannten Aromastoffe sein, die den in der Praxis unver- 35 kennbaren Unterschied zwischen Preßfutter und Sauerfutter ausmacht. Es sind indes Buttersäure und Essigsäure von Mach, Baldriansäure von Barth im Grünpreßfutter gefunden worden und dürften nach dem vorher über die Verschiedenheit der einzelnen Teile selbst ein und der-

selben Feime Gesagten nirgends ganz fehlen. Ob sie spezifischen oder den Milchsäurebakterien selbst (vergl. S. 316) ihren Ursprung verdanken, steht noch dahin. Uebrigens wäre es falsch, die Säuren allein zum Maßstabe der Güte eines Preßfutters zu machen. Eine mindestens ebenso 5 große Bedeutung haben dafür die Eiweißstoffe. Deren Menge nimmt wie bei den Einsäuerungen überhaupt infolge der Umsetzungen erheblich ab. Es scheint aber außerdem, als ob der verbleibende Rest im Grünpreßfutter weniger verdaulich als im Sauerfutter sei und an Verdaulichkeit um so mehr einbüße, je höher die Gärtemperatur hinaufgeht. Aus diesem 10 Grunde rät Albert vor Anwendung zu hoher Temperaturen und Erzielung einer zu reinen Milchsäuregärung ab.

Von den zahlreichen Analysen, die vorliegen, mögen folgende zwei von Albert herrührende als Beispiele angeführt werden.

Es enthielten in 100 g Trockensubstanz Gramme von:

	Wiesengras-Badingen		Rotklee-Gröbzig	
	a) vor der Säuerung	b) nach der Säuerung	a) vor der Säuerung	b) nach der Säuerung
Asche	8,59	8,41	10,35	10,56
Rohfaser	36,02	36,78	24,22	40,69
Rohprotein	8,69	14,40	20,25	26,52
Stickstofffreie Extraktstoffe	46,70	40,41	45,18	22,23
Von den stickstoffhaltigen Bestandteilen waren:				
Rohprotein ohne flüchtige Ammoniumverbindungen	8,69	11,55	20,25	23,10
Flüchtige Ammoniumverbindungen	—	2,85	–	3,42
Eiweiß	7,52	7,49	17,28	17,76
Nichteiweiß	1,17	4,06	2,97	5,34
Verdaulich vom Eiweiß	5,39	2,00	14,67	2,78

Literatur

zum Kapitel Haltbarmachung von Gemüse und Tierfutter durch Einsäuern.

*Aderhold, R., (1) Landw. Jahrbücher, 1899, Bd. 18, S. 69. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 511. — (3) Ebenda, S. 17. *Aderhold und Heinze, B., (1) Chem.-Ztg., 1898, Bd. 22, S. 632. *Albert, Fr., (1) Jahrbuch d. Deutsch. Landw.-Ges., 1891, Bd. 6, S. 149. — (2) Die Konservierung der Futterpflanzen nach verschiedenen Methoden. Berlin 1903. *Boehmer, C., (1) Ernten und Konservieren der landwirtschaftlichen Futtermittel. Berlin 1900. *Boekhout, F. W. J., und Ott de Vries, J. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 675. *Burri, Robert, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 756. *Busse, Walter, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 480. *Butjagin, B., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 540. *Conrad, E., (1) Arch. f. Hyg., 1897, Bd. 24, S. 56. *Emmerling, O., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1897, Bd. 30, S. 1869. *Epstein, St., (1) Arch. f. Hyg., 1898, Bd. 36, S. 145. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 8, S. 797. *Félice, (1) Prakt. Ratgeber f. Obst- und Gartenbau, 1891, S. 458. *Fittbogen, (1) Landw. Jahrbücher, 1872, Bd. 1, S. 628. *Fry, (1) Die Einsüßung der Futtermittel. Berlin 1885. *Gordan, P., (1) Ueber Fäulnisbakterien in Obst und Gemüse. Dissert., Erlangen 1897. *Hehn, O., (1) Kulturpflanzen u. Haustiere usw., 6. Aufl., 1894, S. 506. *Heine, H., (1) J. f. Landwirtschaft, 1890, Bd. 38, S. 395. *Heinze, Berthold, (1) Landw. Jahrbücher, 1900, Bd. 29, S. 427. — (2) Zeitschrift f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel usw., 1903, Bd. 6, S. 529. *Hellström, P., (1) Exp. Station Record. 1896/97, Bd. 8, S. 151. *Henneberg, Wilh., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1903, Bd. 26, S. 225; ref. in Centralbl. f. Bakt. 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 154. *Koch, H., (1) Konserven-Ztg.,

1901, Nr. 2, S. 9. ***Kühn,** Julius, (1) Das Einsäuern der Futtermittel. Berlin 1885. *Kulescha,** G., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 67. ***Laszczynski,** W., (1) Das Konservieren von Grünmais und anderem Grünfutter. 4. Aufl., Berlin 1894. ***Lechartier,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1881, Bd. 93, S. 734. ***Lewandowski,** (1) Arch. f. Hyg., 1904, Bd. 49, S. 47. ***Loew,** Oskar, (1) Mitteilungen d. Deutsch. Ges. f. Natur- und Völkerkunde Ostasiens, 1896, Heft 57; ref. in Chem. Centralbl., 1896, Bd. II, S. 186. ***Meissner,** Richard, (1) II. Bericht der kgl. Württ. Weinbau-Versuchsanstalt Weinsberg pro 1904, S. 69. ***Miehe,** H., (1) Anhang zu Heft 111 der Arb. der Deutsch. Landwirt.-Ges., Berlin 1905, S. 76. ***Miles,** (1) Farmer's Review, Chicago, 13. März 1884. ***Panek,** K., (1) Bull. internat. de l'Acad. des Sciences de Cracovie, Classe des Sciences math. et nat., 1905, Nr. 1, S. 5; ref. in Bot. Centralbl., 1906, Bd. 101, S. 129. ***Perekalin,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 225. ***Postelt,** (1) Wiener landw. Ztg., 1903, S. 888. ***Reichardt,** E., (1) Z. f. Nahrungsmittel-Unters. etc., 1891, Bd. 5, S. 43. ***Richet,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1892, Bd. 114, S. 1494. ***Schatzmann,** (1) Erfahrungen ü. Einmachen v. Grünfutter. Aarau 1882. ***Schulz,** R., (1) Ber. d. Kgl. Lehranst. f. Wein-, Obst- u. Gartenbau in Geisenheim pro 1904, S. 162. ***Stahl,** K., (1) Konserven-Ztg., 1901, S. 241. ***Stoklasa,** J., (1) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1904, Bd. 22, S. 460. *Universallexikon d. Kochkunst, 3. Aufl. Leipzig 1886. ***Wahl,** C. **von,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1906, Bd. 16, S. 489. ***Wehmer,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 190. — (2) Z. f. Spiritusindustrie, 1901, Bd. 24, S. 137. — (3) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1903, Bd. 21, S. 67. — (4) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 625. — (5) Ebenda, 1905, Bd. 14, S. 682. ***Weiss,** E., (1) J. f. Landwirtschaft, 1899, Bd. 47, S. 141. ***Weiss,** R., (1) Ueber die Bakterienflora der sauern Gärung einiger Nahrungs- und Genußmittel. Dissert., Basel 1899. ***Wilhelmy,** G. (1) Konserven-Ztg., 1901, Nr. 29, S. 225. ***Yabe,** K. (1) Landw. Versuchsstationen, 1895, Bd. 45, S. 438.

(Manuskript-Einlauf: 15. Okt. 1907.)

20. Kapitel.

Biologie des Einmietens und Einkellerns von Kartoffeln, Rüben und Gemüsen.

Von Regierungsrat Dr. Otto Appel.

Mitglied der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem bei Berlin.

§ 90. Die Technik des Einmietens.

Solange Kartoffeln und Rüben nur für den Hausbedarf, also in kleinen Mengen, aufbewahrt werden, ist es verhältnismäßig leicht, Zerstörungen durch Pilze fernzuhalten. Schon die Wahl eines geeigneten Aufbewahrungsortes macht bei solchen kleinen Mengen nicht viele Schwierigkeiten, und selbst wenn eine Epidemie unter den Vorräten auszubrechen beginnt, ist es noch möglich, helfend einzugreifen. Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, sobald es sich um das Lagern großer Massen handelt, wie sie besonders dort vorhanden sind, wo die Wurzelfrüchte zur technischen Verwertung gebaut werden.

In solchen Fällen ist es oft nicht möglich, besondere Gelegenheiten für das Lagern herzustellen, und auch eine spätere Behandlung wird durch die große Masse des gelagerten Gutes unmöglich gemacht. Um sich nun möglichst vor Schaden zu schützen, ist es notwendig, einen Ueberblick über die schädigenden Organismen und die Bedingungen zu gewinnen, die einerseits ihre Ausbreitung begünstigen und andrerseits

sie in Schranken zu halten vermögen. Denn mit Hilfe dieser Kenntnisse ist man erst imstande, mit Sicherheit die für jeden Fall richtige Aufbewahrungsform festzustellen.

Die ursprünglichste Art, Wurzelfrüchte aufzubewahren, bestand im 5 Einkellern d. h. es wurden die für den Winterbedarf notwendigen Kartoffeln, Rüben und anderen Wurzeln entweder in Haufen oder aber mit Sand durchschichtet in die Keller gelegt. Eine solche Aufbewahrungsweise ist natürlich nur solange möglich, als es sich um kleine Mengen handelt. Mit dem Augenblick der Ausdehnung der Kulturen zur Massen- 10 produktion reichen die zur Verfügung stehenden Räume meist nicht mehr aus, und deshalb sehen wir schon vor hundert Jahren wenigstens für Kartoffeln die Feldmieten entstehen. Von Anfang an konnte man darin zwei Grundformen unterscheiden, von denen die eine darin bestand, daß das Erntegut in den Boden eingesenkt wurde und der zutage tretende 15 Teil der Miete gewissermaßen nur ein Dach darstellte, während die andere Form in einer Auflagerung des einzumietenden Materiales auf den flachen Boden und eine völlige Ueberdeckung mit ausgehobener Erde bestand. Diese beiden Grundformen haben sich lange Zeit nebeneinander erhalten. Nach und nach aber zeigte sich, daß ein Einsenken 20 nur auf durchlässigem Boden vorteilhaft sein kann, da auf schwereren Bodenarten der Mieteninhalt einer zu großen Feuchtigkeit ausgesetzt ist.

Der Kampf mit der Feuchtigkeit war von jeher ein Hauptmoment für die Konstruktion der Mieten, und daher kommt es, daß während der großen Kartoffelepidemien in der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf 25 die Durchlüftung der Aufbewahrungsorte besonderes Gewicht gelegt wurde. Man suchte in Kellern diese Durchlüftung durch Anlage von Luken und Fenstern, sowie durch Einbauen von Rosten herzustellen, auf denen die Kartoffeln hohl lagen, so daß die anhaftende Erde und etwaige Feuchtigkeit nicht dauernd mit den Kartoffeln in Berührung 30 blieben. Bei den Mieten brachte man Dunstschlöte an, die entweder aus Strohwischen oder aus Brettern hergestellt waren und für eine Verdunstung der Feuchtigkeit sorgen sollten. Beeinflußt durch Erfahrungen der Praxis entwickelten sich auf dieser Grundlage die verschiedensten Mietenformen, ohne daß man im allgemeinen sagen könnte, daß 35 irgend eine derselben sich allseitige Anerkennung verschafft hätte.

Der erste, welcher der Frage vom wissenschaftlichen Standpunkte aus näher trat, war Marek (1), der zu seinen Versuchen **Rüben** benutzte und in erster Linie die Verhältnisse des Eindringens der Winterkälte in den Boden und in verschieden tief angelegte, mit verschiedenen 40 Materialien in ungleicher Stärke gedeckte Mieten untersuchte. Leider hat derselbe den Organismen, die bei der Zerstörung von Mietengut mitwirken, keine Beachtung geschenkt, sondern allen Ausfall, der sich bei seinen verschiedenen Versuchsmieten ergab, als Frostschaden in Betracht gezogen. Immerhin hat seine Arbeit auch für die Beurteilung 45 der biologischen Verhältnisse in den Mieten Bedeutung, da sie einen guten Einblick in die Wirksamkeit der technischen Maßnahmen bei der Konstruktion der Mieten bildet und hiervon wieder die Entwicklungsbedingungen der die Mieten bewohnenden Bakterien und höheren Pilze beeinflußt werden. Als Hauptergebnis der Marek'schen Arbeit kann 50 folgendes angesehen werden: Durch das Einsinken der Mietensohle in die Erde wird ein warmer Fuß der Miete erreicht, die Temperatur des Kammes wird erst dann beeinflußt, wenn die Mieten 40 cm und darüber eingesenkt werden. Eine den Rüben untergelegte Schicht von Dünger

wirkt nur unwesentlich auf die Mietentemperatur ein, ebenso eine zwischen die Erddecke eingefügte Düngerschicht. Stroh, direkt auf die Rüben oder als Zwischenschicht in die Decke gegeben, wärmt mehr als Erde in gleicher Stärke aufgetragen; dagegen wirkt es wenig, wenn es außen aufgetragen wird. Torf steht in dieser Beziehung zwischen Stroh und 5 Erde. Ferner hat die von den Rüben entwickelte Eigenwärme einen Einfluß auf die Innentemperatur der Mieten, und zwar wird die Wärme um so mehr gesteigert, je kleiner die Rüben sind. Am wenigsten erwärmen sich die Samenrüben, die, einzeln mit Erde umgeben, aufbewahrt werden. 10

Als nächster beschäftigte sich Appel (1 u. 4) mit den Mieten, und zwar benutzte dieser, im Gegensatz zu Marek, **Kartoffeln** als Mietengut. Bei den zwei Jahre andauernden Versuchen wurde auf die tiefere oder höhere Lage der Sohle, auf die Art, die Dicke und das Material der Bedeckung und auf die Möglichkeit einer besonderen Durchlüftung Rück- 15 sicht genommen. Da nach der ganzen Biologie der Mietenschädlinge es darauf ankommt, innerhalb der Mieten möglichste Trockenheit und gleichmäßig niedrige Temperatur herzustellen, wurden andauernde Temperaturmessungen vorgenommen und zum Schluß das Ergebnis mit besonderer Berücksichtigung der gesunden und kranken Kartoffeln festgestellt. Es 20 ergaben sich dabei folgende Gesichtspunkte allgemeiner Natur.

Soweit irgend möglich, sollte man einen einheitlichen Mietenplatz anlegen, dessen Verhältnisse genau bekannt sind. Hierbei vermeide man zu leichten Boden wegen der Frostgefahr, zu schweren Boden oder tiefe Lage wegen der ungünstigen Einwirkung von Feuchtigkeit. Sollten sich 25 auf einem solchen Mietenplatz Epidemien entwickeln, so ist derselbe zu wechseln, oder vor der Wiederbenutzung gründlich zu desinfizieren.

Das einzumietende Material muß möglichst gesund und trocken sein. Soweit irgend möglich, müssen gleich bei der Ernte die kranken Kartoffeln von den gesunden getrennt werden; nasse Kartoffeln, denen 30 viel Erde anhaftet, sind besonders sorgfältig zu behandeln, und die mit ihnen angelegten Mieten sind mit besonderen Durchlüftungseinrichtungen zu versehen.

Auch die Größe der Mieten ist für die Gesunderhaltung der Kartoffeln nicht gleichgültig. Während einerseits die Frostgefahr um so 35 kleiner ist, je größer die Miete ist, steigt die Fäulnisgefahr in demselben Maße, wie sich die Frostgefahr vermindert. Im allgemeinen muß eine Sohlenbreite von 1,2—1,5 m als richtig angenommen werden, wobei die Auflagerung von der Sohle bis zum First etwa 1 m beträgt.

Die Frage, ob die Mieten richtiger zu ebener Erde aufgelagert oder 40 mehr oder weniger tief eingesenkt werden sollen, ist eine der meist umstrittenen. Der Hauptvorteil, den eine vertiefte Anlage bringen kann, ist ein Schutz gegen Frostschaden während des Winters und eine Verlangsamung der Erwärmung während des Frühjahrs. Dieser Vorteil kann aber ebensogut durch eine genügende Decke erreicht werden, die 45 bei Kartoffelmieten um so leichter hergestellt werden kann, als bei diesen Isolierschichten angebracht sind. Dagegen ist eine Durchlüftung einer tiefliegenden Miete bei weitem nicht so vollständig möglich als bei einer hochliegenden, und da gerade in dieser Durchlüftung ein ganz besonderes Moment für die Gesunderhaltung der Kartoffel liegt, so dürften 50 die flach dem Boden aufgelegten Mieten im allgemeinen vorzuziehen sein.

Von wesentlicher Bedeutung ist weiter die Mietendecke, bei der, im Gegensatz zu den Rübenmieten, ein direktes Auflagern von

Erde schädlich ist. Es hat sich auch allmählich allgemein eingebürgert, nicht mehr wie früher die Kartoffeln mit Erde zu überdecken, sondern zunächst eine Strohdecke aufzubringen. Diese Strohdecke dient nicht nur zur Trennung von Erde und Kartoffeln, sondern sie saugt einen 5 großen Teil der aufsteigenden Feuchtigkeit auf und verhindert dadurch, daß sich an den oberen Teilen der Mieten Feuchtigkeit zwischen den Kartoffeln ansammelt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, bei naß geernteten oder aus anderen Gründen zur Erkrankung neigenden Kartoffeln diese Strohdecke möglichst dick zu nehmen. An Stelle des 10 Strohes kann man auch ein anderes Deckmaterial benutzen; für die erste den Kartoffeln aufliegende Schicht jedoch ist das Stroh weitaus am geeignetsten. Bei einer richtig angelegten Miete sollte auf diese erste, nicht unter 10 cm dicke Strohschicht eine Erdschicht von etwa 10 cm folgen, auf die nochmals eine Isolierschicht kommt, die dann endgültig 15 von der Erde bedeckt ist. Diese Isolierschicht besteht ebenfalls aus Stroh; hier aber kann ebensogut ein anderes Material benutzt werden, vorausgesetzt, daß es sich nicht zu leicht zusammenpressen läßt. Es kommen hierfür hauptsächlich Kartoffelkraut und allenfalls die an manchen Orten Norddeutschlands verwendeten Kiefern- und Wachholderzweige 20 in Frage. Weniger geeignet sind Laub, Nadelstreu und ähnliches Material, das entweder durch Aufsaugen von Wasser oder durch zu dichtes Zusammenpressen nicht genügend Luft in seinen Zwischenräumen aufzuspeichern vermag. Das Aufbringen dieser Decken erfolgt in der Weise, daß die erste Strohdecke gleich nach dem Aufschütten der Kar- 25 toffeln aufgelegt und mit Erde befestigt wird, wobei man den First zunächst frei lassen kann. In dieser Weise können die Mieten bis zum Herannahen des Frostes belassen werden. Dann aber muß sofort die zweite Decke und die letzte Erdschicht aufgebracht werden.

Wenn auch bei trockener Ernte und normalem Wachstum der Kar- 30 toffeln eine derartig hergerichtete Miete völlig ihren Zweck erfüllt, so ist doch überall da, wo irgendwelche Fäulnisgefahr besteht, einer besonderen D u r c h l ü f t u n g Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die üblichen Ventilationseinrichtungen lassen sich in zwei natürliche Gruppen teilen, in First- und in Fußdurchlüftung. Die früher vielfach einge- 35 bürgerte Form der Firstdurchlüftung durch die sogen. Schlöte oder Dunstrohre wird neuerdings immer seltener, da ihr große Mängel anhaften. An dem unteren Ende der eingesetzten Schlöte bilden sich nämlich leicht feuchte Stellen, die durch das zurückfließende Kondenswasser hervorgerufen werden; auch sickert leicht Regen- und Schneewasser an dem 40 Stroh und Holz, aus dem sie hergestellt sind, in das Innere der Mieten hinab. Diese Nachteile besitzt das Firstrohr nicht, denn es ist nicht nach oben, sondern nur nach den Seiten zu offen, zudem wird es, wenn eine genügende Austrocknung und Abkühlung des Mieteninhaltes eingetreten ist, vollständig geschlossen. Hergestellt wird es in der Weise, 45 daß auf die aufgeschütteten Kartoffeln ein Mietenbaum gelegt wird und über diesem eine dicke Strohschicht ihren Platz findet. Durch das Herausziehen des Mietenbaumes entsteht ein offenes Rohr, durch das alle aufsteigende Feuchtigkeit leicht abziehen kann.

Vermehrt wird die Sicherheit einer Miete noch durch Anbringen 50 einer Fußdurchlüftung, die in der Weise hergestellt wird, daß auf den Boden ein Lattengestell gelegt wird, so daß die später aufgeschütteten Kartoffeln hohl liegen. Durch die Verbindung dieser beiden Durch-

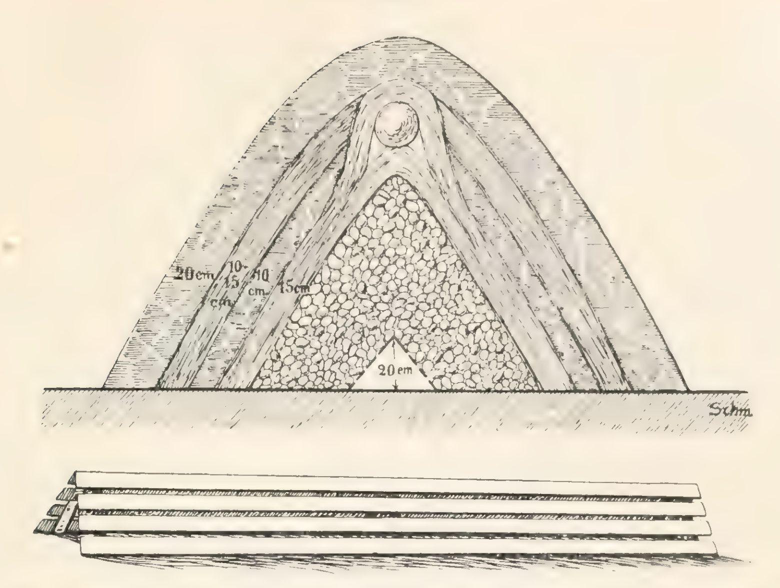


Fig. 22. Kunstgerecht angelegte Kartoffelmiete im Durchschnitt; darunter Lattengestell zur Fußdurchlüftung. — Nach APPEL.

lüftungseinrichtungen kann man allgemeine Mietenepidemien völlig fern halten. Die *Fig. 22* veranschaulicht dies.

Einen ähnlichen Zweck verfolgen die Einrichtungen, wie sie GROSS (1) durch Einbauen von Drainröhren, HOLTZ (1) durch eine Vorrichtung zum Einblasen von Luft u. dgl. m. anstreben.

§ 91. Allgemeines über die Kartoffel-Fäule.

Der Verlust, der beim Lagern der Kartoffeln durch Fäulnis, Frost und sonstige Einflüsse entsteht, wird vielfach mit 2 Proz. angegeben. Diese Zahl basiert auf den Beobachtungen der deutschen Kartoffelkulturstation, ist aber sicher viel zu niedrig. Auf diesen Stationen wird der Kartoffel schon auf dem Felde große Sorgfalt zugewendet, und auch weiter ist ihre Behandlung besonders sorgfältig. In der großen Praxis dagegen ist es vielfach nicht möglich, in ähnlicher Weise zu verfahren, und daher dürfte der von SAARE (1) angenommene Verlust von 10 Proz. der Wirklichkeit viel näher liegen.

Die Organismen, die diese Zerstörung hervorrufen, gehören verhältnismäßig wenigen Pilzgruppen an und sind zum Teil auch Schädiger der oberirdischen Teile der Kartoffelpflanze. Als hauptsächlichste sind unter ihnen *Phytophthora infestans*, verschiedene Arten der Gattung *Fusarium* und Bakterien hervorzuheben.

Die Grundlagen unserer Kenntnisse von den Fäulniserscheinungen der Kartoffeln finden wir in den Arbeiten, die gelegentlich der großen Epidemie in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts entstanden. Zwar hatte sich schon am Ende des 18. Jahrhunderts eine ausgedehnte Erkrankung der Kartoffelpflanzen gezeigt, aber diese hatte aus den angedeuteten Gründen mehr wegen des Feldschadens als wegen der Zerstörung des Ernteguts Besorgnis erregt. Auch war damals der allge-

meine Stand der Naturwissenschaften noch nicht weit genug entwickelt, um einen genügenden Einblick in die eigentlichen Ursachen zu gewähren. Daß auch damals schon niedere Organismen im Spiele waren, dürfte jedoch nach Appel (7) kaum zweifelhaft sein. Ebenso erscheint 5 nach demselben sicher, daß sich in jener Zeit die Grundlagen für unseren heutigen Sortenreichtum und für einen Teil der technischen Verwertung der Kartoffel, vor allem der Herstellung des Kartoffelmehles und der Kartoffeltrocknung, finden.

Als dann etwa um das Jahr 1840 von neuem die Kartoffeln unter 10 Krankheiten stark zu leiden hatten, waren die Untersuchungsmethoden schon so weit vervollkommnet, daß es einzelnen Forschern gelang, den Zusammenhang zwischen der Zerstörung und den Pilzen zu erkennen.

Martius (1) muß hierbei in erster Linie genannt werden. Durch seine bekannte Arbeit aus dem Jahre 1842 lenkte er die Aufmerksam- 15 keit auf das Vorkommen von Pilzen an den erkrankten Knollen. Diese Untersuchungen betrafen frisches Material, das aus der Pfalz bezogen worden war, und beschränkten sich ausschließlich auf die Untersuchung der sogen. Stock- oder Trockenfäule. Es ist vielfach der Meinung Ausdruck gegeben worden, daß diese Fäulniserscheinungen mit *Phytophthora* 20 *infestans* in Zusammenhang ständen, aber es kann kaum einem Zweifel unterliegen, daß wir es bei der Martius'schen Stockfäule mit einer Fusarium-Zerstörung zu tun haben.

Neben Martius waren es hauptsächlich Morren (1 u. 2) und Payen (1), 25 die für die sogen. Pilztheorie eintraten, aber erst allmählich gelang es, den Nachweis von der Beteiligung einzelner Pilze an der Fäulnis der Kartoffeln so zu führen, daß jeder Zweifel ausgeschlossen wurde. Dabei brach sich auch mehr und mehr die Ueberzeugung Bahn, daß ein Zusammenhang zwischen Kraut und Knollenfäule bestehen müsse.

Als grundlegend in dieser Beziehung muß die Arbeit von Speer- 30 schneider (1) aus dem Jahre 1857 angesehen werden, dem es gelang, mit Blattstückchen, welche die *Phytophthora infestans* trugen, eine typische Trockenfäule zu erzeugen. Er bewies dadurch zwar den Zusammenhang der Krautfäule mit der Knollenfäule, aber es gelang ihm nicht, eine Trennung der beiden Pilze *Phytophthora infestans* und *Fusarium* 35 *solani* herbeizuführen, vielmehr glaubte er in dem letztern ein späteres Stadium des erstgenannten sehen zu müssen. Diese Arbeit Speerschneider's wirkte sehr anregend auf die Erforschung der Kartoffelkrankheiten und Kartoffelfäulnis, und zwar in erster Linie auf das Studium der *Phytophthora infestans*, deren Lebensweise durch A. de Bary (1) im Jahre 40 1861 gründlich studiert wurde. Durch die von diesem Forscher festgestellten Tatsachen wurde die Meinung so sehr beeinflußt, daß man jahrzehntelang diesen Pilz allein als den wesentlichen Erreger der Kartoffelfäule ansah. Erst Frank (1) und Wehmer (1) wiesen dann viel später (1897) nach, daß auch andere Pilze sehr wohl imstande seien, die Kar- 45 toffeln zum Faulen zu bringen. Daß auch Bakterien in ähnlicher Weise wirksam sind, wurde hauptsächlich durch die Arbeiten von Reinke und Berthold (1) im Jahre 1879, von Kramer (1) im Jahre 1891 und von Appel (3 u. 5) in den Jahren 1902 und 1904 endgültig festgestellt, wobei letzterer auch den Zusammenhang von Kraut- und Knollen-Erkrankungen 50 durch Bakterien erwies. Näheres über die Geschichte der Kartoffelkrankheiten einschließlich des Faulens der Knollen findet sich bei Appel (8), der eine Uebersicht über die Literatur der Kartoffelkrank-

heiten gibt. Einen Ueberblick über die verschiedenen Krankheitsbilder geben Appel und Kreitz (1).

Praktisch unterscheidet man zwei Gruppen von Fäulnis-Erscheinungen, die man als Trocken- und als Naßfäule bezeichnet. Leider sind diese Bezeichnungen im Laufe der Zeit nicht immer im gleichen Sinne angewendet worden, so daß es nötig ist, zunächst festzustellen, wie weit man überhaupt diese beiden Ausdrücke verwenden kann.

Als **Trockenfäule** bezeichnet man am besten nur die durch Eumyceten hervorgerufene Zerstörung, die dadurch charakterisiert ist, daß das Gewebe durch das eindringende Mycel verändert und ihm allmählich das Wasser entzogen wird. Dadurch entsteht, ohne vorherige Erweichung des Gewebes, nach und nach eine bräunlich gefärbte zundrige Masse, die auch mikroskopisch eine Isolierung der einzelnen Zellen nicht erkennen läßt. Die Stärke kann dabei entweder aufgezehrt werden oder von den veränderten Zellwänden umschlossen liegen bleiben; eine gewisse Verringerung der Stärke tritt hierbei jedoch stets ein, da der ganze Prozeß verhältnismäßig langsam vor sich geht und bei dem Bestreben, durch Bildung von Korkwänden dem Vordringen des Pilzes Einhalt zu tun, in der Grenzzone des gesunden Gewebes fast stets ein größerer Verbrauch von Stärke stattfindet.

Als **Naßfäule** hingegen bezeichnen wir nur die durch Bakterien hervorgerufene Zersetzung, bei welcher ein starkes Erweichen der ganzen ergriffenen Zellkomplexe stattfindet. Dieses Erweichen kommt dadurch zustande, daß die Bakterien die Zwischenzellsubstanz auflösen und dadurch die Zellen aus ihrem Verbande lösen und zum Absterben bringen. Dabei tritt der Zellsaft aus, und es entsteht eine breiige Masse, in der die Stärke, umhüllt von den schrumpfenden Zellwänden, unangetastet vorhanden ist; die Cellulose wird zwar nicht aufgezehrt, wohl aber verändert, was mikroskopisch nachweisbar ist. Trocknen solche Kartoffeln allmählich aus, so bleibt eine harte, leicht in weißliches Pulver zerfallende Masse übrig. Es ist jedoch nicht rätlich, diese ausgetrockneten, durch Bakterien zerstörten Kartoffeln als trockenfaul zu bezeichnen.

Erschwert wird die Beurteilung der Ursache des Fäulnisprozesses dadurch, daß sehr häufig nicht ein Fäulniserreger allein vorhanden ist, und hierauf ist es wohl auch zurückzuführen, daß durch die Verwendung der Worte trockenfaul und naßfaul die Klärung der ganzen Frage geradezu erschwert wird. Mit Recht bedient man sich jetzt lieber des Namens der Urheber zur Bezeichnung einer Fäulnisart, so daß man von einer Phytophthora-Fäulnis, Fusarium-Fäulnis, Bakterien-Fäulnis usw. redet.

Soweit die Kartoffeln durch die Fäulnis nicht vollständig zugrunde gehen, bleiben sie noch für mancherlei Zwecke verwertbar. Jedoch sind sie auf jeden Fall minderwertig. Die ausschließlich durch Bakterien zerstörten Knollen geben in der Brennerei (s. Bd. V, S. 260) noch eine quantitativ ziemlich genügende Ausbeute, jedoch haftet dem aus ihnen gewonnenen Spiritus fast immer ein unangenehmer Geruch an, der auf die bei der Fäulnis entstehenden Säuren und Ester zurückzuführen ist. Die aus solchen Kartoffeln gewonnene Stärke ist ebenfalls nicht fehlerfrei, sondern hat eine graue Farbe. Sobald in ausgedehnterem Maße Trockenfäule auftritt, ergeben sich bei der technischen Verarbeitung dadurch Schwierigkeiten, daß die maschinelle Verarbeitung erschwert wird. Am besten eignen sich solche Kartoffeln noch zur Fütterung. Wie früher

schon KÜHN (2) u. a. nachgewiesen haben, sind faule Kartoffeln dem Vieh nicht schädlich. Da diese Tatsache von vielen Praktikern angezweifelt wurde, haben neuerdings APPEL und KOSKE (1) durch eingehende Fütterungsversuche nachgewiesen, daß phytophthorafaule und bakterienfaule 5 Kartoffeln keine oder doch nur eine rasch zu überwindende Schädigung der damit gefütterten Tiere hervorrufen. Die bei den Versuchen ausgeführten Schlachtungen ergaben aber, daß ein solches Futter einem normalen nicht als völlig gleichwertig zu betrachten ist.

§ 92. Die Phytophthora-Fäule der Kartoffeln.

10 Aeußerlich ist eine phytophthorakranke Kartoffel dadurch kenntlich, daß sie (s. *Fig. 23*) dunkle, manchmal bläuliche, mehr oder weniger ausgedehnte Flecke erkennen läßt. Beim Durchschneiden sieht man, daß diese Flecke nicht sehr tief eindringen, daß ihnen vielmehr nur eine wenige Millimeter dicke, gebräunte Schicht entspricht. Mikroskopisch 15 erkennt man meist nur spärlich ein zwischen den Zellen wachsendes Mycel von unregelmäßigem Aussehen, das an vielen Stellen knotig verdickt 25 ist; Querwände sind nicht vorhanden, vielmehr ist es gleichmäßig von klein- 30 körnigem Protoplasma erfüllt. Einzelne Fäden des Mycels dringen auch tiefer 35 ein, jedoch sind sie nur schwer zu finden. Eine reichlichere Mycel-Entwicklung 40 erhält man, wenn man die kranken

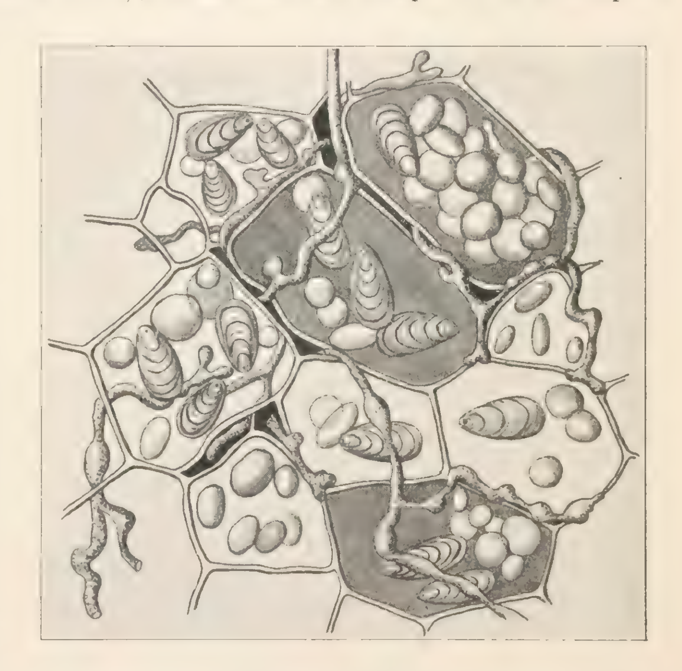


Fig. 23. Phytophthorafäule der Kartoffel. Gewebe, vom Mycel der *Phytophthora infestans* durchzogen. — Vergr. ca. 300. Nach APPEL.

Kartoffeln anschneidet und in eine feuchte Kammer, also eine mit einer Glasglocke bedeckte Schale, legt. Hierbei wachsen dann auch innerhalb zwei bis drei Tage reichlich Konidienträger heraus, die in ihrer Gesamtheit 45 wie eine kurze Bürste aussehen und einen eigentümlichen, seidigen Glanz besitzen. Ebenso wie auf dem Kartoffelkraut, bei dem die Konidienträger durch die Spaltöffnungen auf der Blattunterseite herauswuchsen, sind diese Konidienträger auch auf der Knolle verzweigt und ab und zu mit vereinzelten Querwänden versehen; an der Spitze ihrer manchmal 50 unregelmäßig aufgeblasenen Verzweigungen schnüren sie citronenförmige

Konidien von etwa 27 μ Länge ab, die leicht abfallen und sofort keimfähig sind. Die Keimung erfolgt entweder mit einem Keimschlauch, welcher an der Spitze der Konidie (s. *Fig. 24*) hervorkommt, häufiger aber tritt die Bildung von Schwärmsporen (s. Bd. I, S. 187) ein; diese entstehen durch eine Teilung des Protoplasmas in Form von ungefähr gleich 5 großen, ungleich ovalen Körperchen, die seitlich zwei nach den beiden Enden gerichtete Cilien tragen. In einen Wassertropfen gebracht, schwimmen diese Zoosporen lebhaft umher, bis sie nach etwa einer Stunde zur Ruhe kommen, ihre Cilien abwerfen und nun ihrerseits mit einem Keimschlauch auskeimen. Sowohl die Konidien, wie auch die Zoo- 10 sporen sind fähig, eine Infektion zu vermitteln, indem ihre Keimschläuche durch die Membranen hindurchwachsen und Mycel in den

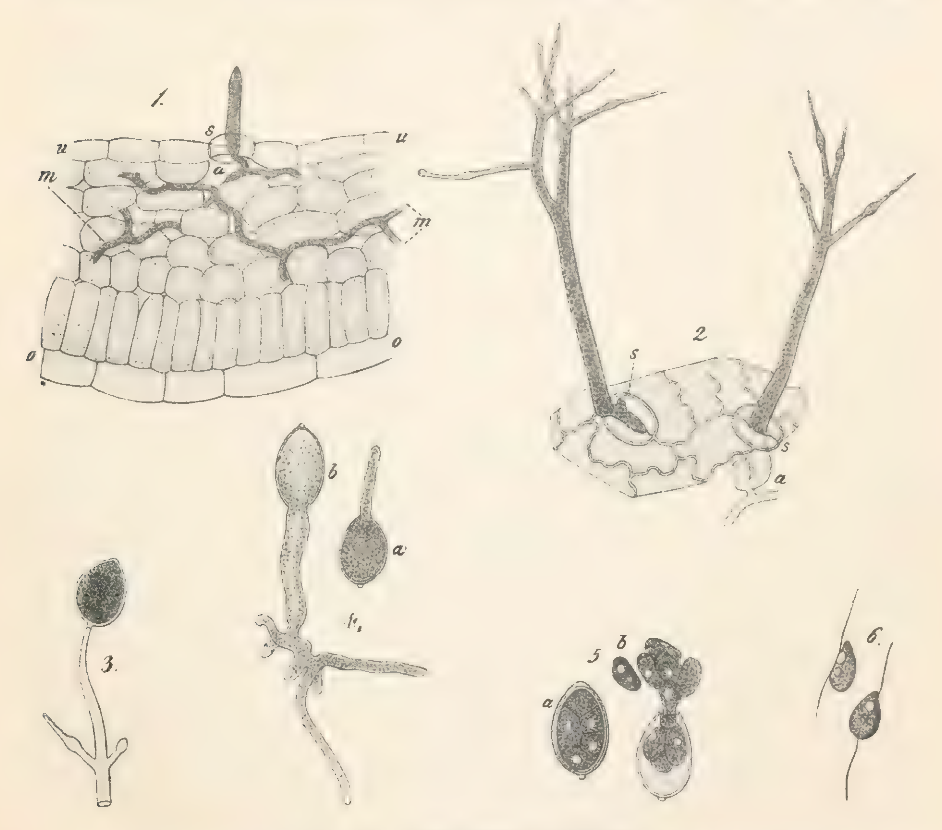


Fig. 24. Phytophthora infestans.

1: Querschnitt eines Kartoffelblattes, dessen Parenchym von Mycel (*m*) durchzogen ist. *o* Epidermis der Blattoberseite, *u* der Unterseite, *s* Spaltöffnung, aus der ein junger Konidienträger eben hervortritt, *a* Atemhöhle.

2: Flächenansicht der Blattunterseite mit zwei aus den Spaltöffnungen hervortretenden Konidienträgern.

3: Ende eines Trägers mit einer reifen Konidie.

4: Zwei mit Keimschlauch keimende Konidien.

5: *a* Sporangium, in dem die Teilung in Zoosporen beendet ist, *b* Entleerung der Schwärmsporen.

6: Schwärmsporen mit Cilien.

Vergr. von *1*: ca. 170, von *2*: ca. 200, von *3*: ca. 300, von *4*, *5* und *6*: ca. 400

Nach A. de Bary.

äußeren Teilen dieser Knollen entwickeln. Die Hauptinfektion tritt zunächst am Kraut der Kartoffelpflanze auf und verursacht hier die Krankheit, die als Krautfäule bekannt ist. In feuchten Jahren tritt diese Erscheinung allgemein auf und ist die Ursache des oft in wenigen 5 Tagen erfolgenden Absterbens der Blätter und Stengel. Durch den Regen werden dann die unzählig gebildeten Konidien in den Boden hineingewaschen und gelangen so an die Knollen, in die sie unter günstigen Umständen hineinwachsen. Tritt bald eine Trockenperiode ein, so kann die Infektion durch Neubildung von Korkgewebe unterhalb 10 der inficierten Stellen zum Stillstand kommen, meist aber verbreitet sich das Mycel weiter, und es entsteht das oben geschilderte charakteristische Krankheitsbild. Wie schon Kühn (1) nachwies, tritt bei feuchter Lagerung solcher Kartoffeln eine reichliche Konidienbildung ein, und dadurch kommen in den Aufbewahrungsräumen noch nachträglich größere In- 15 fektionen vor.

Die Zerstörung, die durch *Phytophthora infestans* hervorgerufen wird, erstreckt sich, wie schon erwähnt, hauptsächlich auf die äußeren Schichten der Kartoffelknollen. Sie ist aber dadurch besonders bedeutungsvoll, daß sie die Eingangspforten für andere, die Substanz der Knollen intensiver 20 angreifende Organismen bildet. Fast immer erhält man nach *Phytophthora* noch *Fusarium*- oder Bakterien-Infektionen, je nachdem die Lagerung eine trockene oder feuchte ist. In solchen Fällen wird gewöhnlich die *Phytophthora* unterdrückt, und es kommen verhältnismäßig wenige mit ihr behaftete Knollen zur Aussaat. Diese bedecken sich dann, wie 25 Hecke (1) beobachtet hat, auf der Oberfläche der erkrankten Stellen reichlich mit Konidien, die, falls sie Gelegenheit zum Verstäuben haben, neue Infektionen am Kraut hervorrufen. Soweit bis jetzt bekannt ist, beruht die Ueberwinterung des Pilzes allein auf dieser Art des vegetativen Weiterwachsens in der Knolle. Dauerformen (Oosporen) wie bei 30 anderen Peronosporeen (s. Bd. I, S. 205) sind bis jetzt noch nicht gefunden worden. Zwar haben W. G. Smith (1) und Smorawski (1) geglaubt, solche gefunden zu haben, wie aber A. de Bary (2) nachgewiesen hat, gehörten die von ersterem Forscher gefundenen nicht zu *Phytophthora* sondern zu einem *Pythium*; der andere Autor aber konnte für seine An- 35 sicht ebenfalls keinen genügenden Beweis erbringen. Auch die von Reess (1) ausgesprochene Vermutung, daß Oosporen vielleicht auf einer anderen Wirtspflanze der *Phytophthora infestans* zur Entwicklung kämen, hat sich bis jetzt noch nicht bestätigt.

Da die Bedeutung der *Phytophthora infestans* hauptsächlich auf dem 40 Gebiet der Pflanzenpathologie liegt, so sei außer den erwähnten Arbeiten auf die zusammenfassenden Darstellungen von Eriksson (1), Jones (3) und Prunet (1) verwiesen.

§ 93. Die Fusarien-Fäule der Kartoffeln.

Wie erwähnt, war Martius der erste, welcher ein *Fusarium* mit 45 der Kartoffelfäule in Zusammenhang brachte. Er nannte es *Fusisporium solani* und beschrieb es als „erumpens, pulvinatum; floccis erectis ramosis, parce septatis; sporis ellipticis vel cylindricis, obtusis, septatis facile decidentibus“. Als Form stellt er hierzu eine *varietas β sporotrichoides*, die er folgendermaßen charakterisiert: „Floccis elongatis laxioribus parce 50 hinc, inde nodosis, sporis ellipticis mox decussis passim alias minores glo-

bosas vel ellipticas simplices evolventibus." Leider ist aus dieser Diagnose, wie auch aus den dazu gegebenen Abbildungen, nicht mit Sicherheit festzustellen, welche Form von *Fusarium* denn MARTIUS vor sich gehabt hat; es dürfte jedoch kein Zweifel bestehen, daß es eine Form war, welche die Kartoffeln aktiv anzugreifen vermag. Solcher Formen aber gibt es nach den neueren Untersuchungen von APPEL eine große Anzahl. Auch Zeitgenossen von MARTIUS haben die verschiedensten Fusarien auf kranken Kartoffeln gefunden. HARTING (1) z. B. nennt *Fusisporium solani var. flavum, Fusisp. solani var. album, Fusisp. candidum, Fusisp. didymum,* und im Laufe der Zeit sind noch viele andere dazugekommen. Später beschäftigten sich auch REINKE und BERTHOLD (1) mit dieser Pilzgruppe, die sie allerdings nicht als Erreger der Fäulnis, sondern als Zerstörer des toten Gewebes ansprechen; sie unterscheiden dabei einen *Hypomyces solani,* zu dem sie *Fusisporium solani* MARTIUS als Konidienform stellen, und eine *Nectria solani* (s. Bd. III, S. 413). Von anderen Forschern wurden diese beiden Perithecienformen nicht wieder in Zusammenhang mit Fusarien gefunden, so daß diese Deutung vorläufig nicht als erwiesen angenommen werden kann. Erst WEHMER (1, 3, 4) hat dann unzweifelhaft den Beweis von der Pathogenität des *Fusarium* erbracht und den zu seinen Experimenten benutzten Pilz als *Fusarium solani* bezeichnet. Ob derselbe mit dem von MARTIUS beobachteten übereinstimmt, ist besonders auch deshalb fraglich, weil WEHMER Chlamydosporen beobachtet hat, die bei ihrer Auffälligkeit MARTIUS, der sie weder erwähnt noch abbildet, wohl kaum entgangen sein könnten.

Wenn auch so die Speziesfrage noch nicht entschieden ist, so steht doch unzweifelhaft fest, daß die Fusarien lebendiges Kartoffelgewebe angreifen können, und daß sie zu den energischsten Zerstörern der Kartoffeln auf dem Felde, vor allem aber in den Aufbewahrungsräumen, gehören.

Anfänglich ist die Infektion durch *Fusarium* (s. *Fig. 25*) einer solchen durch *Phytophthora* sehr ähnlich. Ebenso wie dort, entstehen unter der Schale braune Flecke, die aus getötetem Zellgewebe bestehen; während aber bei Phytopthorabefall die Ausbreitung des Mycels im wesentlichen unter der Schale weitergeht, dringt das Mycel des *Fusarium* ziemlich gleichmäßig in das Innere der Kartoffel vor. Bei feuchter Lagerung gesellen sich fast stets Bakterien zu diesem Pilz, und dadurch entsteht ein unregelmäßiges, an verschiedenen Stellen der befallenen Knollen je nach den vorhandenen zerstörenden Organismen verschiedenes Bild. Bei trockener Aufbewahrung dagegen bleibt gewöhnlich die Infektion rein, und die ganze Kartoffel wird innerhalb einiger Wochen in eine Mumie verwandelt. Auf der Oberfläche dieser Mumien sitzen in Massen die Sporenhäufchen (Sporodochien) des Pilzes, die je nach der anwesenden Art aus Makro- oder Mikrokonidien bestehen und meist weiß, seltener rötlich gefärbt sind. Im Innern des Gewebes finden sich bei manchen Arten in größerer oder kleinerer Anzahl aneinander gereihte Chlamydosporen. Bei der Zerstörung des Gewebes wird in erster Linie das Protoplasma aufgezehrt, gleichzeitig aber wird auch ein großer Teil der Cellulose zerstört. Der verbleibende Rest besteht im wesentlichen aus geringen Mengen veränderter Cellulose, massenhaftem Mycel und dazwischen eingelagerter Stärke. Wie intensiv die Fusarien Cellulose sowohl bei Gegenwart als auch bei Abwesenheit anderer Kohlenhydrate aufzuzehren vermögen, hat APPEL (7) nachgewiesen; er fand dabei bei manchen Stämmen einen Verbrauch an Cellulose, die er in Form von Filtrierpapier gab, bis zu 80 Prozent.



Fig. 25. Fusariumfäule der Kartoffel.
1: Stärkerest mit Mycel aus einer durch *Fusarium* zerstörten Knolle.
2 und *3*: Entstehung der Konidien in einer Reinkultur.
4: Abgefallene Konidien.
5: Ebensolche auskeimend.
Vergr. von *1*: ca. 400, von *2—5*: ca. 500.

Diese Eigenschaft der Cellulosezerstörung (s. Bd. III, S. 263) dürfte in erster Linie daran Schuld sein, daß die Verbreitung der Fusarien eine so ungeheuer große ist. Ueberall, wo es gilt, tote Pflanzen weiter zu zerstören, sind Fusarien vorhanden, und auch sonst bemächtigen sie 5 sich aller möglichen Pflanzen, da sie nach Appel (7) in der Wahl der Arten durchaus nicht wählerisch sind. Auf allen diesen Substraten bilden sie zwei verschiedene Formen von Konidien, die als Mikro- und Makrosporen bezeichnet werden. Die ersten sind ein- oder zweizellig, meist eiförmig bis länglich eiförmig und entstehen gewöhnlich an wenig 10 verzweigten Konidienträgern. Die anderen sind größer, mehr oder weniger sichelförmig gekrümmt (s. Bd. III, S. 413) und mehrzellig; sie entstehen gewöhnlich an büschelig verzweigten Konidienträgern. Beide Formen können in lockerer Anordnung an dem Mycel entstehen, kommen aber bei den Kartoffeln in krustenartigen Häufchen, den sogen. Sporodochien, 15 auf der Schale zum Vorschein. Die bereits erwähnten Chlamydosporen entstehen an beliebigen Stellen des Mycels im Innern des Gewebes, indem zunächst einige Zellen sich erweitern und die durch Querwände

abgeteilten runden oder rundlichen Anlagen sich durch Membranverdickung zu echten Chlamydosporen vervollkommnen. Während die Mikro- und Makrokonidien sofort nach ihrer Entstehung in feuchter Umgebung auskeimen, wobei jede einzelne Teilzelle einen, ja selbst zwei Keimschläuche treiben kann, keimen die Chlamydosporen nur teilweise sofort, im allgemeinen erst nach einer längeren Zeit der Ruhe. Diesen Vorgängen entsprechend, sind auch die Konidien sehr wenig widerstandsfähig und dienen im allgemeinen hauptsächlich der Verbreitung, während die Chlamydosporen sehr widerstandsfähig und dadurch geeignet sind, die Art zu erhalten.

Neben den Fusarienformen, die als *Fusarium solani* angesprochen werden und die als gemeinsame Eigenschaft das Vermögen besitzen, die Kartoffeln anzugreifen, gibt es noch zwei Gruppen, die ebenfalls hier berücksichtigt werden müssen. Es sind das einerseits solche Arten, die außer der Knolle auch die unteren Stengelteile der Kartoffelpflanze zum Absterben bringen und durch *Fusarium pestis* Sorauer (1) repräsentiert werden, anderseits diejenigen Arten, die im wesentlichen in den Gefäßen wohnen und nach Appel (6) die sogen. Blattrollkrankheit der oberirdischen Pflanze und die Fusarium-Ringkrankheit der Knollen herbeiführen. Von letzterem Typus ist bis jetzt *Fusarium oxysporum* durch Smith und Swingle (1) näher beschrieben worden. Beide Gruppen kommen hier in Betracht, da sie auch die Knollen während des Lagerns schädigen. Die Form, in welcher dies geschieht, ist für die Arten aus der Verwandtschaft des *Fusarium pestis* noch nicht näher bekannt. Für die der anderen Gruppe ist es charakteristisch, daß der Zerfall des Gewebes von innen nach außen geht; es beruht das im wesentlichen darauf, daß die Gefäße, die von den Stolonen in die Knollen hineinführen, zerstört werden und damit der bei der Reife eintretende Verschluß des Nabels nicht vollkommen wird. Hierdurch ist Gelegenheit gegeben, daß Fäulnisorganismen durch den Nabel eindringen und dann meist eine von innen nach außen fortschreitende Fäulnis hervorrufen. Auch kommt es vor, daß das in den Gefäßen vorhandene Mycel durch irgendwelche noch unbekannte Umstände in das umliegende Gewebe wächst und eine Zerstörung desselben hervorruft, wie dies Volkart (1) beobachtet hat. Im günstigsten Falle bleibt das Mycel in den Gefäßen, die seine Anwesenheit durch eine schwache Gelbfärbung verraten. Solche Kartoffeln sind aber für technische Zwecke nicht vollwertig, da sie einen geringeren Stärkegehalt als gesunde derselben Sorte haben. Für Saatzwecke sind sie auszuschließen, da sie Pflanzen ergeben, die die Blattrollkrankheit im erhöhten Maße zeigen und noch mehr im Ertrag zurückgehen.

Das Gefährliche bei der Fusariumfäule ist die große Ansteckungsmöglichkeit infolge der weiten Verbreitung des Pilzes einerseits und die Bedürfnislosigkeit des einmal gekeimten und eingedrungenen Pilzes andererseits. Nur zur Keimung selbst bedürfen die Fusarien einer gewissen Feuchtigkeitsmenge, und daher ist es wesentlich, bei dem Lagern von Kartoffeln auf möglichste Trockenheit zu achten und, um wenigstens die Ansteckungsgefahr etwas zu verringern, alle kranken Kartoffeln zu entfernen.

§ 94. Die Bakterien-Fäule der Kartoffeln.

Von ähnlicher Verbreitung wie die Fusarium-Fäule ist auch die Bakterien-Fäule, jedoch tritt sie, falls die äußeren Umstände sie begünstigen, noch bösartiger auf als jene. Charakterisiert ist sie durch den breiigen Zerfall der Gewebe, der auch so rasch fortschreitet, daß innerhalb weniger Tage scheinbar intakte Mieten in sich zusammenfallen. Da aber zu einem solchen verheerenden Auftreten Feuchtigkeit und Wärme gehören, so ist es nur in den entsprechenden Jahren zu beobachten.

Aus den Beschreibungen älterer Autoren geht nach Appel (8) mit Sicherheit hervor, daß die Bakterien-Fäule auch bei den großen Epidemien von 1840—1845 eine wesentliche Rolle gespielt hat. Aber zu einer klaren Erkenntnis dieser Ursache gelangte damals noch kein Forscher. Erst Hallier (1) spricht Bakterien für die Urheber von Kartoffelfäulnis an, und auch seine mit Erfolg ausgeführten Infektionsversuche lassen erkennen, daß er in der Tat Bakterien-Fäule vor sich gehabt hat. An einer völligen Klärung der Frage aber hinderten ihn seine allgemeinen Anschauungen über das Wesen der Pilze und Bakterien, die ihn dazu führten, die Organismen dieser verschiedenen Gruppen als Entwicklungsstadien derselben Art zu betrachten (s. Bd. I, S. 44).

Reinke und Berthold sind die ersten, die auf wissenschaftlicher Grundlage sich mit einer Bakterienkrankheit der Kartoffel befaßt haben. Jedoch unterscheidet sich das Material, welches sie vor sich gehabt hatten, von dem oben als typisch naßfaul bezeichneten dadurch, daß nicht nur die Zellen voneinander getrennt, sondern daß auch die Zellwände nach vorhergegangener Auftrennung vollständig gelöst wurden. Dadurch bekamen sie als Endstadium Kartoffeln, die innerhalb ihrer Schale eine jauchige Flüssigkeit enthielten, in der ausschließlich Stärkekörner vorhanden waren. Unter besonderen Umständen wurden bei dem Untersuchungsmaterial der Genannten auch die Stärkekörner unter dem Bilde des „Abschmelzens“ in Lösung gebracht. Durch Impfung mit Flüssigkeit aus solchen Kartoffeln in frische Wunden gelang es Reinke und Berthold, den typischen Verlauf der Naßfäule zu erzeugen, wenn die Objekte feucht gehalten wurden. Bei freiem Hinlegen dagegen trat eine Verheilung in der Art ein, daß sich um die Schnittflächen herum frisches Korkgewebe bildete. Die Tatsache, daß nicht immer die Infektion gelingt, glauben die Verfasser auf die verschiedene Widerstandsfähigkeit sowohl der Sorten als der einzelnen Individuen zurückführen zu müssen. Auch nehmen sie an, daß das Reifestadium insofern dabei von Bedeutung sei, daß völlig ausgereifte und damit stärkereiche Knollen widerstandsfähiger seien als nicht völlig ausgereifte. Als Erreger dieser Naßfäule sehen Reinke und Berthold verschiedene Spaltpilz-Arten an, deren häufigste sie mit *Bacillus subtilis* Cohn identifizieren. Nach ihnen tritt dieser jedoch in verschiedenen Formen auf, und zwar im Innern der Kartoffel als kurzes, bald ruhendes, bald lebhaft bewegliches Stäbchen oder als Mikrokokkus, an der Oberfläche als kurzes Stäbchen mit einer dicken Gallerthülle. Im letzteren Zustand sehen sie eine Form, die durch die äußeren Umstände bedingt ist. Als weitere bei der Zersetzung beteiligte Art bezeichnen die Verfasser *Bacterium navicula*, das bald rein, bald mit dem vorigen gemischt auftrat. Endlich stellen sie in die Gruppe der Fäulniserreger noch eine *Sarcina*, die sie als *Sarcina solani* bezeichnen. Alle diese Organismen

erscheinen ihnen gleichmäßig wirksam. Einen Beweis durch Anwendung von Reinkulturen haben sie jedoch nicht geliefert.

In dieser Beziehung ist erst durch Ed. Kramer (1) im Jahre 1890 eine Grundlage geschaffen worden. Er isolierte aus naßfaulen Kartoffeln einen Bazillus, den Migula später *Bacillus solaniperda* benannte. Seiner 5 Ansicht nach sind die Lenticellen die Eingangspforten für ihn, und der Bazillus beginnt seine Tätigkeit mit der Zersetzung der löslichen Kohlenhydrate, vor allem des Zuckers, um dann die Intercellularsubstanz zu zerstören. Im Gegensatz zu Berthold und Reinke fand Kramer, daß weder Cellulose noch Stärke angegriffen wird. Daß sich die Ergebnisse 10 dieser Arbeit nicht rascher verallgemeinerten, mag teilweise seinen Grund darin haben, daß die Veröffentlichung besonders schwer zugänglich ist. Die Anerkennung der darin enthaltenen Tatsachen wird aber sicher dadurch erschwert, daß die Anordnung des Impfversuches bei Kramer nicht ganz einwandsfrei war, indem er die Kartoffeln in einen dextrose- 15 haltigen Auszug legte und diesen impfte.

In der Folge kam Wehmer (1 u. 2) zu ganz anderen Resultaten. Er stellte seiner Arbeit geradezu den Satz voran „es gibt offenbar keine bakterielle Erkrankung gesunder Knollen, somit strenggenommen auch keine „primäre“ Fäule, diese ist immer sekundärer 20 Art“. Diesen Satz versucht er durch ein großes Material zu beweisen, obgleich ihm die Tatsache, daß es ihm nicht gelang, gesunde Knollen selbst durch naßfaule Massen faul zu machen, nach den Beobachtungen von Schacht (1), Reinke und Berthold, Hallier (1), Kramer u. a. hätte bedenklich erscheinen müssen. Nur wenn er Kartoffeln längere 25 Zeit unter Wasser legte, trat eine Fäulnis ein, und er schließt hieraus ganz richtig, daß zunächst ein Ersticken der Knollen eintrat, an die sich eine Zersetzung der toten Substanz durch Bakterien anschloß. Aehnlich wie Wasser wirkte auch ein abgeschlossener mit Feuchtigkeit gesättigter Raum. Als Bakterien, die in den von ihm beobachteten 30 Fällen fast immer gleichzeitig, manchmal auch einzeln, auftraten, bezeichnet er *Amylobacter navicula* und einen *Bacillus II*. In ersterem erkennt er das Reinke und Berthold'sche *Bacterium navicula*, den zweiten hält er vielleicht für identisch mit den ebenfalls von jenen beobachteten Stäbchen, glaubt sich jedoch der Deutung desselben als *Bacillus subtilis* 35 nicht anschließen zu können. Eher scheint er ihm dem Flachsrotte-Bazillus von Winogradsky (s. Bd. III, S. 278) identisch zu sein. Als nebensächliche, bezw. ausgesprochen saprophile Arten führt er noch einen *Bacillus III* oder *Plectridium I*, einen *Micrococcus* bezw. *Streptococcus I*, *Bacterium vulgare* und *Spirillum Undula* an. Den Prozeß der 40 Fäulnis zerlegt er in eine Pektingärung oder Bazillusfäule und eine Pektin- und Cellulose-Lösung oder Amylobakterfäule. Aus allem geht hervor, daß Wehmer keinen wirklich pathogenen Organismus vor sich hatte. Zweifellos aber spielen die von ihm geschilderten Verhältnisse in den Aufbewahrungsräumen der Kartoffel ebenfalls eine Rolle, denn be- 45 sonders bei nassem Erntewetter kann es nicht ausbleiben, daß in den Mieten feuchtigkeitsgesättigte Räume entstehen, die zum Absterben der Kartoffeln durch Bakterien führen und so das Auftreten der Wehmerschen Organismen begünstigen.

Demgegenüber hält Frank an der selbsttätigen Zerstörung der 50 gesunden Kartoffel durch Bakterien fest und glaubt als besonders pathogen einen Mikrokokkus, den er *Micrococcus phytophthorus* nennt, ansehen zu müssen. Er ist auch der erste, der auf den Zusammenhang der

Schwarzbeinigkeit, also einer Staudenerkrankung, mit einer Knollenfäule hinweist.

Bei diesem Hin- und Herschwanken der Meinungen ist es nicht zu verwundern, daß A. Fischer (1) noch im Jahre 1897 ganz energisch den Standpunkt vertritt, daß Bakterien weder durch irgendwelche mit der Außenwelt kommunizierende Oeffnungen, noch durch Wunden in das Innere einer gesunden Pflanze eindringen können, daß also „alle sogen. Bakteriosen der Pflanzen anderen Ursprungs, die Bakterien nur metatrophe Verunreinigungen, nicht selbsterobernde Parasiten“ seien.

Gegen diese Anschauung wehrt sich vor allem Erw. F. Smith (4 u. 5), und ihm ist es hauptsächlich mit zu danken, daß das Studium der Bakterienkrankheiten der Kulturgewächse in den letzteren Jahren raschere Fortschritte gemacht hat. Nunmehr kann es nach den Arbeiten von Laurent (1), van Hall (1), Lepoutre (1), Appel (1 u. 5) u. a. keinem Zweifel mehr begegnen, daß Bakterien wohl imstande sind, gesundes Gewebe der Kartoffelknollen zu zersetzen. Bei diesen Untersuchungen haben sich die früheren Ansichten bestätigt, daß die Zersetzung im wesentlichen in einer Auflösung der Mittellamellen besteht (s. Bd. III, S. 271), und Appel (5) hat gezeigt, daß diese Wirkung durch einen von den Bakterien ausgeschiedenen Stoff hervorgerufen wird. Es gelingt nämlich leicht, sowohl durch Ausfällen mit Alkohol als auch durch Extraktion mit Glycerin einen Körper zu erhalten, der auch ohne Vorhandensein der Bakterien die Mittellamellen auflöst. Dieser Prozeß geht so rasch vor sich, daß er sich an Schnitten unter dem Mikroskop (s. *Fig. 26*) in wenigen Stunden verfolgen läßt und daß er bei Anwendung von Reinzuchten des *Bac. phytophthorus* Appel innerhalb weniger Tage große Mengen von gesundem Kartoffelgewebe in eine breiige Masse überzuführen vermag. Außer dem eben genannten Organismus, der wahrscheinlich identisch ist mit Frank's (2) *Micrococcus phytophthorus* und der wie jener außer einer Knollenfäule auch Schwarzbeinigkeit zu erzeugen vermag, gibt es augenscheinlich noch eine ganze Reihe ähnlich wirkender Bakterien; dahin gehören u. a. *Bacillus caulivorus* Prillieux et Delacroix (1), *Bac. atrosepticus* van Hall (1) und *Bac. solanisaprus* Harrison (1). Außerdem hat aber Laurent (1) gezeigt, daß auch

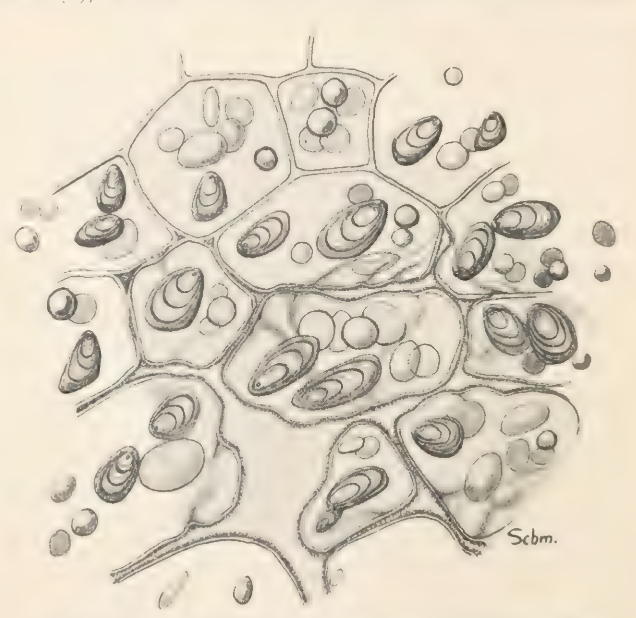


Fig. 26. Bakterienfäule der Kartoffel. Mikroskopischer Schnitt aus dem von Bakterien angegriffenen Gewebe. Vergr. ca. 300. Nach Appel.

Bacterium coli commune und *Bacillus fluorescens putidus* unter besonderen Umständen Kartoffeln anzugreifen vermögen, ein Nachweis, den LEPOUTRE für *Bacillus fluorescens liquefaciens, Bac. mycoides* und *Bac. mesentericus* erweiterte. Beide Autoren haben bei ihren Versuchen mit verschieden gedüngten Kartoffeln gearbeitet, und gefunden, daß besonders Düngung mit Kalk und Stickstoff die Anfälligkeit der Kartoffel erhöhe, Phosphor und Kali dagegen sie vermindere. Auch sieht letzterer ebenso wie KRAMER in dem in den Knollen vorhandenen Zucker ein wesentliches prädisponierendes Moment. J. J. VAN HALL (2) dagegen, der in ähnlicher Richtung arbeitete, zeigte, daß sonst harmlose Bakterien bei höheren Temperaturen Stoffe zu bilden vermögen, die der Kartoffel gefährlich sind. Bei *Bacillus mesentericus vulgatus* beginnt diese Temperatur bei 23 ° C, bei *Bac. subtilis* bei 30 ° C.

Faßt man die völlig feststehenden Tatsachen zusammen, so muß man bei der Zersetzung der Kartoffeln durch Bakterien unterscheiden: einerseits eine primäre Fäulnis, die durch hoch virulente Arten hervorgerufen wird, die imstande sind, das gesunde Gewebe der Kartoffel anzugreifen, und andererseits eine sekundäre Fäulnis, die nur unter bestimmten Umständen, d. h. wenn die Kartoffel schon vorher geschädigt ist, eintreten kann und von Arten zustande gebracht wird, die sonst für die Kartoffel wenig oder gar nicht gefährlich sind. Die ersteren zerstören das Gewebe unter all den Umständen, die ihnen die genügenden Lebensbedingungen gewähren; die letzteren setzen eine direkte Schädigung der Kartoffel voraus. Als notwendig für das Leben der Bakterien muß ganz allgemein eine gewisse Feuchtigkeit bezeichnet werden, und daher finden wir *Bac. phytophthorus* und biologisch ähnliche Arten an feuchten Aufbewahrungsorten. Die einzige Möglichkeit, diesen gefährlichen Feinden der zur technischen Verwendung in größeren Massen aufgespeicherten Kartoffeln entgegenzuwirken, besteht daher in der Entziehung der Feuchtigkeit unter möglichster Herabsetzung der Temperatur. Dadurch wird erreicht, daß die Lebensfähigkeit der Bakterien herabgedrückt wird und daß dadurch die Kartoffel Zeit gewinnt, die Wunden, an denen die Fäulnis eindringt, durch Korkneubildung zu verschließen. Führt man diese Aufbewahrung in der eingangs geschilderten Weise durch, so erreicht man damit nicht nur, daß die gesunden Kartoffeln nicht angegriffen werden, sondern es kann sogar ein völliges Ausheilen schon erkrankter Knollen stattfinden. Erschwert wird dieser Prozeß durch das Vorhandensein von Mischinfektionen, besonders von solchen, bei denen Fusarien mit auftreten. Diese Pilze können weit mehr Trockenheit vertragen als die Bakterien; da sie aber viel langsamer vordringen als diese, so wird in solchem Falle wenigstens durch richtige Aufbewahrung eine Verlangsamung des ganzen Prozesses herbeigeführt und dadurch die Möglichkeit gegeben, noch von den gefährdeten Beständen möglichst viel der industriellen Verwertung zuzuführen.

Ueber das Verhalten des Solanins der Kartoffeln zu Bakterien vergleiche man S. 645 des Ersten Bandes.

§ 95. Die Rüben-Fäule.

Weit weniger als bei den Kartoffeln sind die Verhältnisse geklärt, unter denen die in Kellern und Mieten aufbewahrten Rüben von Pilzen angegriffen werden. Auch hier treten sowohl Fadenpilze als Bakterien

auf: letztere spielen besonders bei Möhren und ähnlichen weichen Rüben eine größere Rolle; wie diese Verhältnisse bei Zucker- und Runkelrüben liegen, ist noch wenig erforscht. Daher kann ein abgeschlossenes Bild über die biologischen Verhältnisse der eingekellerten und eingemieteten Rüben zurzeit noch nicht gegeben werden.

Der Pilz, der bei Zucker- und Runkelrüben am häufigsten Schädigungen hervorruft und auch bei den übrigen Rübenarten im Winterlager oft epidemisch auftritt, ist *Sclerotinia Libertiana* Fuckel. Seine Morphologie und Biologie ist eingehend von Brefeld (1) und A. de Bary (3) untersucht worden; neuerdings haben Appel und Bruck (1) einige weitere Beiträge hierzu besonders mit Berücksichtigung dieses Pilzes als Schädiger von Wurzelfrüchten gebracht. Durch sein üppig wucherndes Mycel wie durch seine massenhaft in den leicht entstehenden Apothecien gebildeten Ascosporen verbreitet er sich schnell, während er in seinen Sklerotien ein Mittel besitzt, um ungünstige Verhältnisse mehrere Jahre zu überdauern. Diese Sklerotien sind von unregelmäßiger Gestalt, innen weiß, außen schwarz, oft glänzend und meist runzlich. Ihre Größe ist außerordentlich verschieden, überschreitet aber auf der natürlichen Unterlage selten 3 cm in der Länge und 1 cm in der Breite. Auf künstlichen Nährböden verwachsen häufig zahlreiche Sklerotien zu unregelmäßigen, scheinbar verästelten Gebilden. Aus diesen Sklerotien kommen, sobald die nötige Feuchtigkeit vorhanden ist, die Apothecien (s. *Fig. 27*) hervor, ohne daß erst eine Kälteeinwirkung oder längere Ruhepause nötig wäre; man kann daher selbst an den noch den Rüben ansitzenden Sklerotien Apothecien finden. Die Zahl derselben schwankt etwa zwischen 1 und 20, und selbst kleine Teilstücke der Sklerotien können noch ein oder mehrere Apothecien hervorbringen. Diese tragen auf einem meist 1—3 cm langen, cylindrischen, von einem engen Kanal durchzogenen Stiel je eine in der



Fig. 27. Sclerotinia Libertiana.
Sklerotien mit verschieden zahlreichen und verschieden lang gestielten Apothecien. — Nat. Größe. Nach Brefeld.

Mitte vertiefte Scheibe, deren Fläche oft wellig gekrümmt ist. In diese Scheibe sind die Schläuche und Paraphysen eingesenkt, von denen die ersteren eine Länge von 130—135 μ und eine Breite von 8—10 μ haben. In ihnen finden sich, gewöhnlich in der Anzahl von acht, die ovalen bis elliptischen, 9—11 μ langen und 4—6,5 μ breiten Sporen. Diese keimen sowohl in Wasser als auch in Nährlösung leicht aus. Im Wasser stellen sie jedoch bald ihr Wachstum ein, während sie auf einem geeigneten Nährboden ein kräftiges weiches Mycel entwickeln. Trifft dieses Mycel auf einen festen Widerstand, so bilden sich an ihm sogenannte Haftbüschel (Appressorien, s. Bd. I, S. 463), das heißt einzelne Mycelfäden verzweigen sich quastenartig (s. *Fig. 28*). Bei länger fortgesetzter Kultur verkürzen sich die Endglieder vieler Mycelfäden und es entstehen meist an besonderen kurzen flaschenförmigen Trägern einzelne mehr oder weniger runde Zellen. In selteneren Fällen finden sich dieselben auch an einfacheren Zellausstülpungen einzeln oder in Ketten. Brefeld sieht diese Bildungen für Konidien an; da es aber weder ihm noch Appel und Bruck (1) gelungen ist, dieselben zur Keimung zu bringen, erscheint diese Deutung fraglich. Gelegentlich wurden auch innerhalb der Mycelfäden ähnliche Bildungen (Durchwachsungen) wahrgenommen, wie sie die obenstehende Abbildung zeigt und wie sie zuerst Lindner (1), sodann Beauverie und Guillermond (1) bei *Botrytis cinerea* beobachtet hatten (s. Bd. I, S. 170). Diese „*Botrytis interne*“ ist nach Appel und Bruck aber ebenfalls kaum als Konidienform anzusprechen, sondern dürfte eher durch Hunger hervorgerufen worden sein, wie denn überhaupt keine typische Nebenfruchtform aufgefunden werden konnte.

Fig. 28. Sclerotinia Libertiana.
Mycelfaden: *1* mit Haftbüschel, *2* mit je an einem Sterigma einzeln entstehenden, *3* mit zahlreichen Sporidien, *4* und *5* mit Sporidien im Innern des Fadens. — Nach Appel und Bruck.

Früher hatte man vielfach angenommen, daß als Konidienform zu *Sclerotinia Libertiana* die im 15. Kapitel des Fünften Bandes genauer beschriebene *Botrytis cinerea* gehöre, und besonders Frank (1) hat diesen Standpunkt vertreten. Aber schon A. de Bary (3) hat auf die Unhaltbar-

keit dieser Ansicht hingewiesen, und auch Appel und Bruck (1) haben weder aus den Ascosporen von *Sclerotinia Libertiana* die *Botrytis cinerea*, noch aus zahlreichen Stämmen der letzteren die gesuchten Apothecien ziehen können. Als Grund für die Unsicherheit in der Trennung dieser beiden Pilze ist wohl ihr sehr häufiges gemeinsames Vorkommen anzusehen.

Wie schon A. de Bary (3) gefunden hat, sind die aus den Sporen austretenden Keimschläuche nicht imstande, direkt lebendes Gewebe anzugreifen, sondern erst dann nachdem sie sich durch saprophytische Ernährung gekräftigt haben. Da jedoch hierzu schon eine geringe Menge toter vegetabilischer Substanz genügt, so ist das kein Hinderungsgrund zu einer Ausbreitung in den Aufbewahrungsräumen.

Weil die *Sclerotinia Libertiana* an den verschiedensten lebenden Pflanzen vorkommt, gelangt sie leicht mit in die Aufbewahrungsräume und verbreitet sich dort, sobald die Verhältnisse ihrer Entwicklung günstig sind. Dabei wirkt besonders hohe Luftfeuchtigkeit mit, und deshalb deutet ihr Auftreten meist auf eine unrichtige Lagerung der Rüben hin. In Kellern bringt der Pilz die verschiedensten Wurzelfrüchte zum Faulen und nistet sich dabei so stark ein, daß es einer besonderen Aufmerksamkeit bedarf, um ihn zu vernichten. Sein Mycel dringt in die Fugen und Ritzen des Bodens und der Mauern, wo es monatelang lebensfähig bleibt; auch bilden sich dort Sklerotien, die, sobald die nötige Feuchtigkeit eintritt, wieder Apothecien bilden. Will man daher die Wiederkehr einer Epidemie vermeiden, so ist eine gründliche Reinigung nötig, wobei nicht nur alle vegetabilische Substanz, sondern auch etwa vorhandene Erde und Sand zu entfernen sind. Auch ein gründliches Schwefeln oder ein Begießen des Bodens mit einer pilztötenden Substanz verspricht eine günstige Wirkung. Bemerkt man ein Ausbreiten des Pilzes frühzeitig genug, so kann auch ein Fortschaffen der infizierten Pflanzenteile eine weitere Ausbreitung verhindern. In den Mieten findet man ausgedehntere Schädigungen durch *Sclerotinia Libertiana* hauptsächlich dann, wenn bei feuchtem Wetter geerntet werden mußte und später keine Gelegenheit mehr war, die Mieten gehörig auszutrocknen. Man läßt daher, wenn irgend tunlich, die Rübenmieten am First möglichst lange offen. Aber auch das Ueberdecken der Rüben mit Stroh kann ungünstig wirken, da das Deckmaterial durch die Ausdünstung der feucht eingebrachten Rüben naß wird und dadurch dem Pilz Gelegenheit zu üppiger Mycelentwicklung gegeben ist. Man überdeckt daher die Rüben besser direkt mit Erde. Um sich vor Sclerotinia-Epidemien zu schützen, muß man auch der Verbreitung des Pilzes auf dem Felde möglichst entgegenwirken, indem man erkrankte Pflanzen frühzeitig entfernt und vernichtet. —

Ueber andere Pilze, die den Rübenkörper während der Aufbewahrungszeit zu zersetzen imstande sind, liegen spezielle Untersuchungen nicht vor, doch sind daran nach Beobachtungen des Verfassers gelegentlich Fusarien (vergl. S. 346 u. f.) in größerem Maßstabe beteiligt. Auch können verschiedene Parasiten, die schon auf dem Felde auftreten, in den Mieten weiter um sich greifen.

Durch Bakterien hervorgerufene Epidemien scheinen im allgemeinen bei Zucker- und Futterrüben verhältnismäßig selten vorzukommen. Dagegen findet man häufiger bei einer kleineren oder größeren Anzahl von Rüben eine bakterielle Zersetzung, deren Anfänge schon in Krankheiten auf dem Felde zu suchen sind. In dieser Beziehung kommt in erster

Linie die Rübenschwanzfäule in Frage. Diese Krankheit ist durchaus noch nicht vollständig erforscht, wohl aber steht fest, daß eine Reihe verschiedener Bakterien dieselbe verursachen können. Einzelne derselben sind beschrieben worden, worüber man die Literatur bei SORAUER (1) findet. Eine andere Art von bakterieller Rübenfäulnis 5 haben HEDGCOCK und METCALF (1) in Nordamerika beobachtet, die außer auf dem Feld auch in den Mieten sich auszubreiten vermag. Bei ihr beginnt vom Wurzelende eine Zersetzung, die, nach oben fortschreitend, die ganze Rübe vernichtet. Da das Parenchym am schnellsten der Fäulnis zum Opfer fällt, finden sich die Gefäße längere Zeit als schwarze 10 Stränge erhalten. Bei dem Prozeß wird Essigsäure gebildet, die den erkrankten Rüben ihren charakteristischen Geruch verleiht.

Die weicheren Rüben, wie Wasserrüben und Möhren, werden leichter von Bakterien angegriffen und nähern sich darin mehr den Gemüsen.

§ 96. Die Fäulnis von Gemüse. 15

Von den Gemüsearten, die in einer ähnlichen Weise aufbewahrt werden wie Kartoffeln und Rüben, sind in erster Linie die Kohlarten zu nennen. Auch sie werden außer in Kellern in Feldmieten verpackt und dort meist zunächst mit Stroh und überliegender Erdschicht bedeckt. Im allgemeinen gilt dabei als Regel, daß man soviel als möglich lüftet, 20 da die Atmungstätigkeit verhältnismäßig groß ist. Außerdem benutzt man zur Aufbewahrung auch Gruben, an deren Seiten man die Kohlköpfe aufschichtet, während man einen Mittelgang frei läßt. Gedeckt werden diese Gruben mit Brettern oder Latten, die zur Abhaltung stärkerer Fröste mit Laub und Erde bedeckt werden. Der Vorteil 25 dieser letzten Methode beruht darauf, daß das eingemietete Material einer ständigen Kontrolle zugänglich bleibt und daß seine Entnahme je nach Bedarf auch in kleineren Mengen geschehen kann. Vergleichende Untersuchungen über diese verschiedenen Methoden liegen zurzeit noch nicht vor. Ebenso sind auch die Verhältnisse, unter denen Zerstörungen 30 des Materials eintreten, noch nicht genauer erforscht. Erfahrungsgemäß sind jedoch hieran sowohl höhere Pilze als auch Bakterien beteiligt, und zwar vielfach diejenigen Arten, die auch schon auf dem Felde die Pflanzen anzugreifen vermögen.

Nach den Beobachtungen von APPEL und BRUCK (1) kommt an ver- 35 schiedenen Wurzelgemüsen, wie Petersilienwurzel, Teltower Rübchen, *Sclerotinia Libertiana* in ähnlicher Weise wie bei den Rüben vor. Bei den Blattgemüsen dürften *Botrytis cinerea* und *Penicillium* in den Vordergrund treten. Außer den Hyphomyceten fällt aber auch hier den Bakterien ein wesentlicher Anteil an der Zerstörung lebender Substanz zu. 40 Wenn diese Verhältnisse auch nicht an eingemietetem Material untersucht sind, so liegen doch einige ausführliche Arbeiten über das Auftreten solcher Organismen auf dem Felde vor, und die dabei erhaltenen Ergebnisse sind bei der Beurteilung der biologischen Vorgänge in den Aufbewahrungsräumen sehr wohl verwertbar. So hat SPIECKERMANN (1) 45 in seinem Beitrag zur Kenntnis der bakteriellen Wundfäulnis der Kulturpflanzen den ausführlichen Nachweis geliefert, daß ein von ihm eingehend beschriebenes bis jetzt noch nicht identifiziertes Stäbchenbakterium, welches von einer Fäulnisepidemie des Weißkohls auf dem Felde stammte, Rot- und Weißkohl, aber auch Möhren, Sellerie und Speise- 50

zwiebeln neben anderen nicht hier zu erwähnenden Pflanzen und Pflanzenteilen zum Faulen bringt. Teilweise wurden bei diesen Versuchen die geimpften Objekte im Keller aufbewahrt, und es zeigte sich, daß derartige Räumlichkeiten das Zustandekommen von Infektionen begünstigen, 5 sofern einigermaßen Feuchtigkeit vorhanden ist. Ueberhaupt ist auch bei der Aufbewahrung von Gemüsepflanzen, ebenso wie bei der Aufbewahrung von Kartoffeln und Rüben, eine gewisse nicht zu geringe Feuchtigkeit zum Zustandekommen von epidemischer Fäulnis nötig, und zwar einerseits deshalb, weil die Pilze und Bakterien zu ihrer Keimung 10 und ihrem weiteren Wachstum derselben bedürfen, vor allem aber auch, weil in allen den Fällen, wo es sich um eine Wundinfektion handelt, die äußeren Schichten der Wunden bei mangelnder Feuchtigkeit rasch eintrocknen und dadurch einen mechanischen Schutz bilden. Man vergleiche dazu S. 471 des Ersten Bandes.

15 Außer diesen äußeren Bedingungen sind aber auch innere Eigenschaften für das Zustandekommen größerer Infektionen nötig. Den Bakterien sind saftreiche Organe zugänglicher als trocknere Gewebe, und dieselben Pflanzenteile sind im frischen Zustande gegen Fäulniserreger empfänglicher, als wenn sie etwas angewelkt sind. Besondere 20 Aufmerksamkeit wendet Spieckermann in seinen Untersuchungen dem Chemismus des Parasitismus der Bakterien zu. Schon früher wurde ein Enzym, das die Mittellamelle (s. Bd. III, S. 271) des lebenden Pflanzengewebes zu lösen imstande ist, bei verschiedenen Bakterien nachgewiesen, so von Heinz (1) gelegentlich Untersuchungen einer bakteriellen Fäule 25 der Hyacinthenzwiebeln, von Vignal (1) an *Bacillus mesentericus vulgatus*, von Migula (1) an *Bac. asterosporus*, von Frank (4) an seinem *Micrococcus phytophthorus*, von Jones (1) an *Bac. carotovorus*, von Potter (1) an *Pseudomonas destructans*, von Laurent (1) an *Bac. fluorescens putidus* und einer Form von *Bact. coli commune* und von Appel (5) an *Bac. phy-* 30 *tophthorus*. Einen ähnlichen Körper studierte auch Spieckermann, und zwar nicht nur in Verbindung mit den ihn erzeugenden Bakterien, sondern auch isoliert. Dabei zeigte sich, daß der durch Alkoholfällungen erhaltene und getrocknete Niederschlag, in Wasser gelöst, eine stark schleimige Flüssigkeit ergab, von der sich das wirksame Prinzip, selbst 35 bei starker Verdünnung, durch Filtration nicht trennen ließ. Dadurch unterscheidet sich der von Spieckermann isolierte Stoff von dem Potter's (1) und Laurent's (1), die beide eine Trennung des wirksamen Prinzips von den Bakterien durch Filtration erreichen konnten. Spieckermann arbeitete daher unter Zusatz von Desinfektionsmitteln, von denen er 40 Aether, Chloroform, 2-proz. Cyankali-, 0,1- und 0,2-proz. Sublimat- sowie 0,1- und 0,2-proz. Formalin-Lösung auf ihre Brauchbarkeit untersuchte. Dabei ergab sich, daß eine 0,2-proz. Lösung von Formalin die Bakterien sicher tötete, ohne die Enzymwirkung wenigstens für wenige Tage zu beeinträchtigen. Chloroform wirkte ähnlich wie Formalin und hatte noch 45 den Vorteil, daß die Enzymwirkung auch längere Zeit hindurch ungeschwächt erhalten blieb.

Nach diesen Untersuchungen stellt sich die Zerstörung des Gewebes bei den Gemüsen in derselben Weise dar, wie das bei den Kartoffeln bereits ausgeführt worden ist, nämlich in einer Lösung der Mittellamelle 50 durch ein von den Bakterien ausgeschiedenes Enzym, durch das die Zellen aus ihrem Verbande isoliert werden und absterben. Ob diese Art der Zerstörung bei allen in Frage kommenden Bakterien dieselbe ist, bedarf noch weiterer Aufklärung, um so mehr als Laurent bei seinen

Untersuchungen mit *Bacterium coli commune* neben kochunbeständigen auch kochfeste Gifte fand, und POTTER für die Wirkung seiner *Pseudomonas destructans* Oxalsäure verantwortlich macht.

Außer SPIECKERMANN und POTTER hat auch HARRISON (1) eine ähnliche Fäulniserscheinung beschrieben, die er an Blumenkohl und anderen Kohlarten, aber auch an Möhren, Zuckerrüben, Sellerie, Tomaten, Artischoken, Spargel, Rhabarber, Zwiebeln u. a. m., beobachtet hatte. Er führt die Fäulnis auf *Bacillus oleraceae* zurück, der ebenfalls die Mittellamelle löst, außerdem aber nach und nach die ganze Zelle desorganisiert.

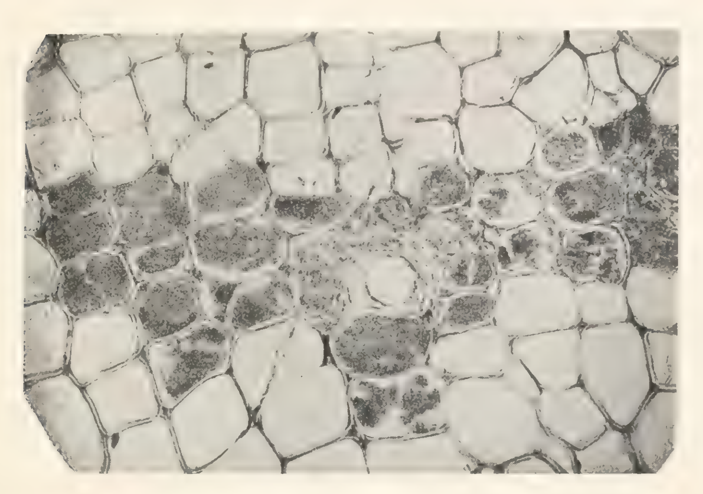


Fig. 29. Beginnende Zerstörung einer Turnips-Rübe durch *Pseudomonas campestris.* — Vergr. ca. 275. Nach ERW. F. SMITH.

Ebenfalls in diese Gruppe gehört auch der von JONES (2 u. 3) beschriebene *Bacillus carotovorus*, der hauptsächlich an Möhren eine Weichfäule hervorruft, der aber auch andere Pflanzen und Pflanzenteile, wie grüne Tomaten, weiße Rüben, Rettiche und Kohl, zum Faulen bringt.

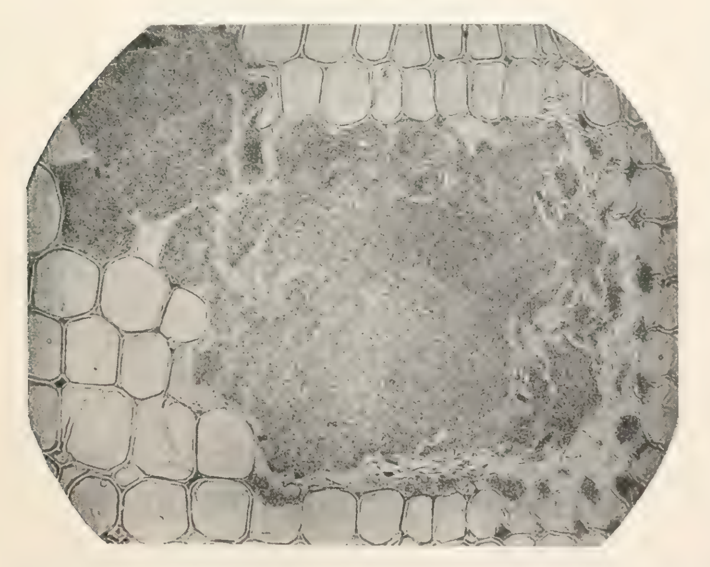


Fig. 30. Weiter fortgeschrittene Zerstörung einer Turnips-Rübe durch *Pseudomonas campestris.* — Vergr. ca. 250. Nach ERW. F. SMITH.

Weitere Fäulniserscheinungen

besonders bei den Kohlarten kommen auch infolge eines Befalles durch *Pseudomonas campestris* vor. Dieser Organismus tritt nach PAMMEL (1) und ERW. F. SMITH (2, 3, 4), denen sich RUSSEL und HARDING (1), sowie HECKE (2) anschließen, in erster Linie auf dem Felde auf, indem er 5 durch die Wasserspalten des Blattes eindringt und sich hauptsächlich in den Gefäßen ausbreitet (s. *Fig. 29*). Im weiteren Verlauf seines Auftretens zerstört er jedoch größere Gewebekomplexe und führt damit zu einer Schwarz- oder Braunfäule. Bei dieser Art der Erkrankung finden sich die Bakterien nicht, wie bei der vorhergehenden, vorwiegend in 10 den Intercellularräumen und zwischen den Zellen, sondern sie durchsetzen das Gewebe gleichmäßig, was auf ihre Fähigkeit, die Membran zu durchdringen, hinweist. Dabei sind am Anfang sowohl die Gefäße als auch die einzelnen Parenchymzellen noch in ihrer Gestalt erhalten; bald aber geht die Zerstörung so weit, daß auch die Cellulose mehr oder weniger 15 vollständig gelöst wird, wobei dann im festeren Gewebe größere Lücken entstehen (s. *Fig. 30*), das weiche Gewebe aber in eine gleichmäßig breiige Masse umgewandelt wird, in der sich dann unzählige Bakterien befinden.

Die bisher aufgefundenen und beschriebenen, Fäulnis in den Auf- 20 bewahrungsräumen hervorrufenden Organismen dürften erst einen kleinen Teil der wirklich vorkommenden darstellen, und es bedarf daher noch eingehenderer Forschungen, um das Bild zu vervollständigen.

Literatur

zum Kapitel Biologie des Einmietens und Einkellerns.

***Appel,** O., (1) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1902, Bd. 20, S. 32. — (2) Flugblatt Nr. 15 der Kais. Biolog. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft. Berlin 1902. — (3) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1902, Bd. 20, S. 128. — (4) Arbeiten a. d. biolog. Abt. am Kais. Ges.-Amt, 1902, Bd. 2, S. 373. — (5) Ebenda, 1904, Bd. 3, S. 364. — (6) Jahresbericht d. Vereinigung d. Vertreter d. angew. Botanik, Berlin 1906, Bd. 3, S. 122. — (7) Mitteilungen a. d. Kaiserl. Biolog. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft, 1907, Heft 4. — (8) Arbeiten a. d. Kais. Biolog. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, 1907, Bd. 5, S. 377. ***Appel,** O., und **Bruck,** Fr. W., (1) Arbeiten a. d. Kais. Biolog. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, 1906, Bd. 5, S. 189. ***Appel,** O., und **Koske,** (1) Arbeiten a. d. Kais. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, 1907, Bd. 5, S. 361. ***Appel** und **Kreitz,** (1) Mitteilungen a. d. Kaiserl. Biolog. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft, 1907, Heft 5. ***Bary,** A. **de,** (1) Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit. Leipzig 1861. — (2) The Journal of the Royal Agricult. Soc. of England, 1876, Bd. 12. — (3) Bot. Ztg., 1886, Bd. 44, S. 377. ***Beauverie,** J., und **Guillermond,** A., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 275 u. 314. ***Brefeld,** O., (1) Botanische Untersuchungen über Hefepilze, Heft 5. Leipzig 1883. ***Delacroix,** G., (1) Bulletin Soc. mycologique de France, 1903, Bd. 19, S. 342. ***Eriksson,** J., (1) Kongl. Landtbruks Akademiens Handlingar och Tidskr., Stockholm, 1884, Nr. 5 u. 6. ***Fischer,** Alfred, (1) Vorlesungen über Bakterien. Jena 1907. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 279. ***Frank,** B., (1) Pflanzenkrankheiten. Encyklopädie der Naturwissenschaften. Breslau 1880, S. 485. — (2) Z. f. Spiritusindustrie, 1897, Ergänzungsheft. — (3) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 13. — (4) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1898, Bd. 16, S. 273. ***Gross,** Emanuel, (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerindustrie und Landw., 1903, Bd. 32, S. 37. ***van Hall,** J. J., (1) Bijdragen tot de Kennis der bacterieele Plantenziekten. Amsterdam 1902. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 642. ***Hallier,** Ernst, (1) Reform der Pilzforschung. Jena 1875. ***Harding,** H. A., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 305. ***Harrison,** F. C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 13, S. 46. — (2) Ebenda, 1907, Bd. 17, S. 34. ***Harting,** (1) Recherches sur la nature et les causes de la maladie des pommes de terre en 1845. Amsterdam 1846. ***Hecke,** L., (1) Journal f. Landwirtschaft, 1898, Bd. 46, S. 71. — (2) Zeitschrift f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich, 1901, Bd. 4, S. 469; 1902, Bd. 5, S. 1. ***Hedgcock** und **Metcalf,** (1) Z. f. Pflanzenkrankheiten, 1902, Bd. 12, S. 321. ***Heinz,** A., (1) Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 5, S. 535. ***Holtz,** G., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1904, Bd. 27, S. 411. ***Jones,** L. R., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 12. — (2) Annual Report of the

Vermont Agric. Experiment Station, 1900. — (3) Desgl., 1901, Bd. 13, S. 299. ***Kramer,** E., (1) Oesterr. Landw. Centralbl., 1891, Bd. 1, S. 1. ***Kühn,** J. (1) Zeitschr. d. landw. Zentral-Vereins f. d. Prov. Sachsen, 1870. — (2) Fühlings landw. Zeitung, 1880. ***Laurent,** E., (1) Ann. Pasteur, 1899, Bd. 13, S. 1. ***Lepoutre,** B., (1) Ann. Pasteur, 1902, Bd. 16, S. 304. **Lindner,** P., (1) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1887, Bd. 5, S. 160. ***Marek,** G., (1) Forschungen auf d. Gebiete d. Agrikultur-Physik, 1888, Bd. 11, S. 181. ***Martius,** C. Fr. Ph., (1) Die Kartoffel-Epidemie der letzten Jahre oder die Stockfäule und Räude der Kartoffeln, geschildert und in ihren ursächlichen Verhältnissen erörtert. München 1842. ***Migula,** W., (1) System der Bakterien. Jena 1897 und 1900. ***Morren,** K., (1) Volks-Onderrigtingen over de midelen om de tegenwoordige ziekte (Den natten kanker) Aerdappeln te bestryden en te vernietigen, als ook over de manier om Gedurende den Winter den Aerdappelen-Oogst te bekomen; Gevolgd van een onderwys op de Aenkweeking en het Gebruik der Aerdpeeren (Topinambour). Gent 1845. — (2) Ann. de la Soc. Roy. d'agric. et de Bot. de Gand, 1845. ***Pammel,** (1) Iowa Agricultural College. Exp. Stat. Iowa, 1895, Bull. Nr. 27, S. 130. ***Payen,** M., (1) Enquête sur la maladie de pomme de terre en France pendant les années 1845 et 1846. Paris 1847. ***Potter,** M. C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1901, Bd. 7, S. 282. ***Prillieux** und **Delacroix,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1890, Bd. 111, S. 208. ***Prunet,** M. A., (1) Revue de Viticulture, Paris, 1902, Bd. 17, S. 379. — (2) Ebenda, 1902, Bd. 18, S. 156. ***Reess,** M., (1) Zeitschr. d. landw. Centralvereins f. d. Provinz Sachsen, 1872. ***Reinke** und **Berthold,** (1) Die Zersetzung der Kartoffeln durch Pilze. Berlin 1879. ***Russell** und **Harding,** (1) Agric. Exp. Station, 1898, Bull. Nr. 65. ***Saare,** O., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1903, Bd. 26. S. 181. ***Schacht,** H., (1) Bericht an das Kgl. Landes-Oekonomiecollegium über die Kartoffelpflanze und ihre Krankheiten. Berlin 1856. ***Smith,** Erw. F., (1) U. S. Department of Agric., Divis. of vegetable Physiology and Pathology, Bull. Nr. 12, Washington 1896. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 284. — (3) Z. f. Pflanzenkrankheiten, 1898, Bd. 8, S. 134. — (4) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 271. — (5) Ebenda, 1899, Bd. 5, S. 810. — (6) U. S. Department of Agric., Bureau of Plant Industry, 1903, Bull. Nr. 29. ***Smith,** Erw. F., und **Swingle,** D. B., (1) U. S. Department of Agric., Bur. of Plant Industry., Bull. Nr. 55, Washington 1904. ***Smith,** W. G., (1) Resting Spores of the Potato Fungus. 1875. ***Smorawski,** J., (1) Zur Entwicklungsgeschichte der Phythophthora infestans (Montagne) de By. Erlangener Dissert., Berlin 1890. ***Sorauer,** P., (1) Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl., Berlin 1905. ***Speerschneider,** J., (1) Bot. Ztg., 1857, Bd. 15, S. 121. ***Spieckermann,** (1) Landw. Jahrbücher, 1902, Bd. 31, S. 155. ***Vignal,** (1) Le Bacillus mesentericus. Paris 1889. ***Volkart,** A., (1) Schweiz. landw. Zeitg., 1907, Heft 2. ***Wehmer,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 646; 1898, Bd. 4, S. 540. — (2) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1898, Bd. 16, S. 172. — (3) Ebenda, 1896, Bd. 14, S. 101. — (4) Z. f. Spiritusindustrie, 1898, Bd. 21, S. 48.

(Manuskript-Einlauf: 6. Nov. 1907.)

21. Kapitel.

Mykologie der Kraftfuttermittel.

Von Dr. A. Spieckermann,
Abteilungsvorstand an der agrikulturchemischen Versuchsstation zu Münster i. W.

§ 97. Die saprophytischen Pilze der pflanzlichen Kraftfuttermittel.

Futtermittel, die reichliche Mengen leicht löslicher Nährstoffe, dagegen verhältnismäßig wenig unverdauliche Stoffe enthalten und wasserarm sind, nennt man konzentrierte Futtermittel im Gegensatz zu den voluminösen oder massigen Futtermitteln, die reich an unver- 5 daulichen Stoffen und Wasser sind. Zeichnen die konzentrierten Futtermittel sich außerdem durch intensive Nährwirkungen aus, die nicht bloß auf ihren Gehalt an Nährstoffen, sondern auch auf den an Reizstoffen

zurückzuführen sind, so nennt man sie nach POTT's (1) Definition Kraftfuttermittel.

Die meisten Kraftfuttermittel sind vegetabiler Herkunft. Zu ihnen gehören die Samen der Cerealien, des Buchweizens und einiger 5 Leguminosen, deren Mahlprodukte, wie Kleien und Futtermehle, auch die getrockneten Rückstände der Gärungsgewerbe und der Stärkefabrikation (Treber, Schlempe, Malzkeime), ferner die bei der Oelgewinnung aus verschiedenen Oelsamen verbleibenden Rückstände (Oelkuchen und Oelkuchenmehle) und die durch Vermischung der Melasse 10 der Zuckerfabriken mit Maiskeimen, Trebern, Kleien, Oelkuchenmehlen u. a. hergestellten Futtermelassen.

Von Kraftfuttermitteln tierischer Abstammung kommen nur die bei der Herstellung des Fleischextraktes verbleibenden Fleischmehle, ferner die an den Küsten zuweilen erzeugten Fischmehle und die in 15 den Abdeckereien hergestellten Kadavermehle ernstlich in Betracht.

Alle Kraftfuttermittel des Handels enthalten eine mehr oder minder große Zahl von Pilzen als Sporen oder in vegetativen Formen. Teils sind es saprophytisch lebende Arten, die schon auf den Rohstoffen vorhanden waren oder bei deren Verarbeitung durch Verunreinigungen in 20 die Futtermittel gelangten, in denen sie sich aber bei normalem Wassergehalt nicht weiter vermehren, teils sind es parasitische Arten, die auf und in den die Rohstoffe für die Kraftfuttermittel liefernden Pflanzen und Tieren schmarotzt haben.

Die in den Kraftfuttermitteln pflanzlicher Herkunft vorkommenden 25 saprophytischen Pilze stammen in erster Linie von der Oberfläche der zu diesen verarbeiteten Früchte und Samen her.

Nach den Untersuchungen von HOFFMANN (1), BURRI (1) und DÜGGELI (1) leben auf der Oberfläche der Pflanzen, Früchte und Samen stets zahlreiche Bakterien; und zwar handelt es sich dabei in erster 30 Linie nicht um „angeflogene" Keime aus dem Staube der Luft, sondern um eine eigene Pilzflora der Pflanzenoberfläche (s. S. 16), die nach BURRI (1) und DÜGGELI (1) durchaus von der Bodenflora verschieden ist. Vorwiegend findet man zwei sporenlose Arten, die durch die Eigenschaft, in schleimigen Zooglöen zu wachsen, der Lebensweise auf der wasser-35 armen Oberfläche der Pflanzen gut angepaßt sind. Es sind dies *Bacterium (Bacillus) fluorescens liquefaciens* (s. Bd. III, S. 92) und *Bacillus herbicola aureus*, ein schwärmfähiges Stäbchen, das in Zuckerlösungen zuweilen schwache Gärung erzeugt, manchmal auch Milch durch Säuerung zum Gerinnen bringt, Gelatine verflüssigt und in goldgelben Zooglöen wächst. 40 Es ist vermutlich dieselbe Art, die schon von WINKLER (1) als *Bacillus mesentericus aureus*, von BEIJERINCK (1) als *Bacillus anglomerans* beschrieben wurde; sie kommt in Futtermitteln häufig vor. Außerdem werden öfter *Bacterium putidum*, *Bact. coli commune* und *Bacillus mesentericus vulgatus* gefunden. Daß aber auch andere Schizomyceten 45 auf der Oberfläche der Früchte und Samen stets vorhanden sind, läßt sich leicht zeigen, wenn man sie in sterilisiertes Wasser oder sterilisierte Nährlösungen bringt, die die Entwicklung bestimmter Gärungserreger begünstigen. Man kann so mit den Sämereien europäischer wie überseeischer Herkunft nach Belieben Milchsäure-, Buttersäure-, Pektin-50 gärung, Fäulnis u. a. hervorrufen. Ebenso gelingt dies mit den verschiedensten aus ihnen hergestellten Kraftfuttermitteln. Von Angaben über das Vorkommen dieser Gärungserreger auf Samen und in den aus ihnen hergestellten Kraftfuttermitteln seien hier die von BEIJERINCK (2),

Papasotiriu (1), Hiltner (1), Zopf (1), Toyokichi (1), Barthel (1) und Gordan (1) angeführt, denen in den nächsten Paragraphen weitere folgen. Besonders erwähnt sei eine von Rullmann (1) im Leinmehl gefundene Bakterienart, die in Milch einen widerlich talgigen Geruch und Geschmack erzeugt.

Auch Eumyceten beherbergt die Oberfläche der Pflanzen fast immer, besonders die Sporen der gemeinsten Schimmelpilze, deren verschiedenartige Vegetationen man in einer feuchten Atmosphäre leicht erzeugen kann. Man beobachtet fast immer *Aspergillus glaucus*, *Penicillium glaucum*, ferner häufig die weißen Rasen von Vertretern der Gattung *Monilia*, die sowohl Faden- wie Sproßmycel erzeugen. Eine ganze Reihe dieser durch einen außerordentlichen Reichtum der Zellformen ausgezeichneten Pilze, die der auf S. 337 des Vierten Bandes eingehend beschriebenen *Monilia variabilis* Lindner nahe verwandt sind, haben Spieckermann und Bremer (1) im Baumwollensaatmehl und anderen Oelkuchenmehlen gefunden. Außer diesen häufigsten Eumyceten beherbergen die Kraftfuttermittel aber meist auch noch die Sporen seltenerer Arten, wenn auch in geringerer Menge. So findet man von Aspergilleen (s. Bd. IV, S. 196 u. f.) *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. candidus*, von Mucoraceen (s. Bd. IV, S. 456 u. f.) *Mucor mucedo*, *M. spinosus*, *Phycomyces nitens*, *Thamnidium elegans*, *Rhizopus nigricans* u. a., von Sproßpilzen *Monilia candida*, *Dematium pullulans*, *Torula*- und *Mycoderma*-Arten, *Saccharomyces apiculatus*, *S. ellipsoideus*, *S. Pastorianus*, *S. anomalus* und den interessanten *S. Hansenii* (s. Bd. IV, S. 181). Von den in der Literatur vorhandenen zahlreichen Angaben seien die von Holdefleiss (1) über Erdnußmehl, von Cohn und Eidam (1) über Erdnußkuchen, von Lemcke (1) über Hanfkuchen, von Harz (1) über *Oospora*-Arten in Leinkuchen, von Bräutigam (1) über Schlempe und Biertreber, von Zopf (2) über *Sacch. Hansenii* in Baumwollensaatmehl, von Chrzaszcz (1) über Gerste, von Hauptfleisch (1) über Spelzweizen, von F. Benecke (1) über Ricinuskuchen, von A. Emmerling (1) über verschiedene Oelkuchen, von Hiltner (5) über *Botryosporium*, von Hoffmann (3) über Getreide, von Haselhoff und Mach (1) über Reismehl erwähnt. Betreffs der Flora des Gerstenkornes vergleiche man die ausführlichen Angaben auf S. 259 des Fünften Bandes.

Außer den auf der Oberfläche der Samen stets vorhandenen Pilzen kommen solche zuweilen auch im Innern vor, worauf wohl zuerst Hiltner (1) hingewiesen hat. Gesunde Samen sind im allgemeinen frei von Pilzen. Die gegenteiligen Angaben, die zuerst von Wigand (1), später neben anderen (vergl. d. 25. Kap.) besonders von Bernheim (1) gemacht worden sind, lassen sich nach den Untersuchungen von Buchner (1), Lehmann (1) und Hiltner (2) auf fehlerhafte Untersuchungsverfahren zurückführen. Auch die Angabe Frank's, daß die Leguminosensamen stets oder doch oft Knöllchenbakterien enthalten, ist durch Nobbe und Hiltner (s. Bd. III, S. 47) als irrtümlich erkannt worden. Saprophytische Pilze siedeln sich im Innern der Samen nur an, wenn diese in reifem Zustande aus irgend welchen Gründen längere Zeit feucht erhalten werden, oder wenn durch den Alterungsprozeß in den Samen tiefgreifende chemische Veränderungen eintreten und ihre Lebenskraft abnimmt. Von Eumyceten kommen nach Hiltner (2 u. 6) hierbei vorwiegend die gemeinen Schimmel (Penicillien, Aspergilleen) in Betracht. Von geringerer Bedeutung scheinen die Bakterien zu sein, von denen besonders ein von Hiltner (2) in Lupinensamen öfter gefundenes anaerobes, pektin-

vergärendes Stäbchen und die im Endosperm rötlicher Weizenkörner von Woronin (1), Prillieux (1) und Griffiths (1) beobachteten Mikrokokken (angeblich *Bacterium prodigiosum*) erwähnt seien.

Eine eigenartige innere Infektion der bespelzten Cerealien, insbesondere der Gerste, die dadurch zustande kommt, daß auf der Oberfläche des Fruchtknotens sich absetzende Keime später beim Verwachsen der Fruchthaut mit der Spelze eingeschlossen werden, haben Zoebl (1) und Chrzaszcz (1) beschrieben. Man vergleiche darüber Bd. V, S. 163.

§ 98. Die phytoparasitären Pilze der pflanzlichen und die saprophytischen Pilze der tierischen Kraftfuttermittel.

Die in den Kraftfuttermitteln vegetabiler Herkunft vorkommenden phytopathogenen Pilze sind zum größten Teile solche, die auf und in den als Rohstoffe dienenden Samen und Früchten leben; im geringeren Grade kommen Arten in Betracht, die auf anderen Pflanzenteilen leben. Sie gehören, nach der von Sorauer (1) vorgeschlagenen Einteilung der parasitischen Pilze, teils zu den absoluten Parasiten, d. h. solchen, die imstande sind, die Nährpflanze in allen Stadien ihrer normalen Entwicklung zu befallen, teils zu den Schwächeparasiten, d. h. solchen, die nur Pflanzen angreifen, deren Lebenskraft durch irgendwelche Einflüsse vermindert ist. Eine scharfe Grenze läßt sich allerdings zwischen diesen beiden Gruppen ebensowenig wie zwischen den Schwächeparasiten und Saprophyten ziehen. Die Infektion der Samen erfolgt durch manche dieser Pilze erst nach der Ausbildung; andere befallen schon die Frucht- und Samenanlagen und können unter Umständen deren normale Ausbildung stark beeinträchtigen oder ganz verhindern.

Von Bakterien ist als Parasit der von Erw. F. Smith (1) untersuchte in Früchten und Samen der Bohnen gefundene *Bacillus Phaseoli* zu erwähnen, der vielleicht zu den Schwächeparasiten gestellt werden muß. Auch Delacroix (1) hat diesen Pilz anscheinend auf Bohnen in Frankreich gefunden. Ueber die von ihm erzeugte Krankheit vergleiche man Sorauer (3).

Von Eumyceten gehören zu den Schwächeparasiten u. a. das *Cephalothecium roseum*, das auf Leguminosensamen nicht selten ist und von Woronin (1) auch auf ussurischem Taumelgetreide (s. Bd. I, S. 278 u. 612, und Bd. V, S. 259) getroffen wurde, *Botrytis cinerea*, *Rhizopus nigricans*, *Pythium de Baryanum*. Eine wichtige Gruppe, deren Vertreter teils zu den absoluten teils zu den Schwächeparasiten gehören, ist die der sogen. Schwärzepilze, als die man die Gruppen *Cladosporium* Link, *Sporidesmium* Link, *Alternaria* Nees der Hyphomyceten gewöhnlich zusammenschließt, ferner die ebenfalls in die Hyphomyceten-Unterabteilung der Dematiaceen gehörende Gattung *Helminthosporium* Link. Von diesen ist *Cladosporium herbarum* auf S. 270 u. f. des Vierten Bandes eingehend beschrieben. Von den Gruppen *Sporidesmium* und *Alternaria*, die sich durch keulig-flaschenförmige, mauerartig septierte Konidien auszeichnen, sind die Ascusformen noch nicht bekannt, während *Helminthosporium* mit wurmförmigen, vielfach septierten Konidien nach den Untersuchungen von Diedicke (1) und Noack (1) zur Ascomycetengattung *Pleospora* gehört.

Von diesen Pilzen treten besonders *Cladosporium* und *Alternaria* in feuchten Jahren auf den Körnern der Cerealien teils als oberflächlicher

schwarzer Anflug auf, besonders an den behaarten Stellen und in der Furche, teils bei bespelzten Cerealien zwischen Fruchthaut und Spelze, teils parasitär innerhalb der ersten Zellreihen des Kornes oder in seiner ganzen Masse. Die befallenen Körner zeigen entweder schwärzliche Punkte und Streifen oder bräunliche Verfärbungen. Letztere treten insbesondere an der Gerste auf, die dann als „braunspitzig" bezeichnet wird. Die Braunspitzigkeit der Gerstenkörner wird nach ZOEBL (1) nicht nur durch das Mycel und die Sporen unterhalb der Spelze, sondern auch durch eine braune gummiartige Masse, die den Wänden der vom Pilz durchwucherten Zellen eingelagert ist, erzeugt. ZOEBL hat in braunspitziger Gerste *Cladosporium*, *Sporidesmium*, *Helminthosporium* und *Dematium* gefunden, CHRZASZCZ (1) dagegen vorwiegend *Alternaria* und *Septosporium*, während *Cladosporium* zurücktrat. Ueber das Auftreten von *Cladosporium* auf und in Körnern von Weizen, Roggen und Hafer berichten FRANK (1), LOPRIORE (1), WORONIN (1), SOROKIN (1), GABRILOWITSCH (1), REMER (1), G. D'IPPOLITO (1) und ERIKSSON (1). SORAUER (2) hat *Cladosporium* auch auf beregneten Erbsen gefunden, ebenso G. D'IPPOLITO (2). Beiläufig bemerkt sei, daß PEGLION (1) im Inneren von Kleesamen, die schlecht keimten und trotz Sterilisierung der Oberfläche verschimmelten, zwischen der Protein- und sklerenchymatischen Pigmentschicht das Mycel einer *Alternaria* beobachtet hat. Daß auch *Helminthosporium*-Arten innerhalb der Cerealienkörner parasitieren, haben REMER (1) und RAVN (1) festgestellt. Letzterer fand in zahlreichen Gerstenproben, namentlich in der palea inferior, das *Helminthosporium teres*. WORONIN (1) und SOROKIN (1) haben *Helminthosporium* auf Taumelroggen aus Ussurien nachgewiesen.

Außer diesen Getreideschwärzepilzen sei hier noch *Sporidesmium exitiosum* KÜHN, der Rapsverderber, erwähnt, der zwar nicht auf dem Samen des Rapses und Rübsens wohl aber auf der gesamten Pflanze, besonders auf den Schoten, schmarotzt, und dessen schwärzliche charakteristische Sporen man daher auch zuweilen in Raps- und Rübkuchen und deren Mehlen findet.

Auch Vertreter der in der Natur weit verbreiteten Hyphomyceten-Gruppe *Fusarium*, scheinen insbesondere an Getreidesamen zuweilen parasitisch aufzutreten. Ueber diese Pilzgruppe, die an anderen Stellen dieses Werkes mehrfach erwähnt ist (vergl. S. 316), seien hier nur die Angaben von K. KLEIN (1) über das Verhalten auf Getreidekörnern, insbesondere auf Gerste (s. Bd. V, S. 259) hervorgehoben. Derartige Pilze sitzen vorwiegend auf der Außenseite der Spelze; einzelne Hyphen dringen aber auch ins Innere des Gerstenkornes und erzeugen tiefgehende Risse. Die Stärke wird durch einen Farbstoff rot gefärbt, den der Pilz übrigens auch auf anderen Nährböden erzeugt. Doch scheint er nur kranke Körner anzugreifen. FRANK (2) hat *Fusarium* auf Roggen, WORONIN (1), SOROKIN (1), JATSCHEWSKI (1), und GABRILOWITSCH (1) haben es auf ussurischem Traumelgetreide beobachtet, dessen Aehren dadurch einen rosenroten Anflug erhalten hatten. Ebenso hat PEGLION (2) diesen Pilz als den Urheber des weißen Brandes des Getreides in Italien erkannt. Ueber die Bedeutsamkeit der Fusarien der Getreidekörner für die Keimkraft derselben und für die Erscheinung des „Auswinterns" der Saaten vergleiche man die Angaben von HILTNER (6).

Zu den echten Parasiten, deren Formen in den Mahlprodukten der Cerealien oft vorkommen, gehören die Brandpilze (vergl. Bd. I, S. 217). Betreffs der interessanten Lebensweise dieser Pilze muß auf

die pflanzenpathologischen Werke verwiesen werden. Hier ist nur zu erwähnen, daß ihr Mycel den Fruchtknoten der Cerealien völlig durchwuchert und zerstört und sodann in dunkelbraun bis schwarz gefärbte Chlamydosporen, die „Brandsporen“, zerfällt. Die Mahlprodukte enthalten vorwiegend die Sporen derjenigen Ustilagineen, die die Samenhülle nicht zerstören, so daß die sogen. „Brandkörner“ in die Ernte gelangen, beim Dreschen zerstört werden und das Brandpulver in das Korn entleeren. Es sind dies die auf Weizen lebenden *Tilletia Tritici* und *T. levis*, die auf Gerste bezw. Hafer lebenden *Ustilago Jensenii* und *U. levis*. Die Sporen der die Samenhülle zerstörenden Brandpilze, der sogen. Flugbrandarten (*Ustilago Tritici* auf Weizen, *U. Hordei* auf Gerste, *U. Avenae* auf Hafer), sind in Mahlprodukten nur bei starkem Befall zu erwarten. Außer dieser äußerlichen Brandinfektion der Cerealien kommt nach den Untersuchungen von Brefeld (1), Hecke (1) und Brefeld und Falck (1) eine innere Infektion durch die Sporen der Flugbrandarten *Ustilago Tritici* und *U. Hordei* in der Weise zustande, daß die zur Blütezeit ausstäubenden Brandsporen die Narben infizieren und, wie Hecke (2) neuerdings nachgewiesen hat, den Embryo der im übrigen normal ausgebildeten Samen durchwuchern. Solche Samen ergeben dann brandige Pflanzen. Erwähnt sei, daß Chrzaszcz (1) bei Gerstenkörnern auch Brandsporen unter den Spelzen gefunden hat. Eine Zusammenstellung der derzeitigen Kenntnisse über die Brandarten findet man bei Appel und Gassner (1).

Eine zweite Gruppe echter Parasiten, die auf den Körnern der Cerealien zuweilen schmarotzen, ist die der Rostpilze (vergl. Bd. I, S. 218). Diese leben vorwiegend auf begrenzten Flecken der Blätter und des Halmes, auf denen sie die bekannten, aus Konidienlagern bestehenden Rostflecken erzeugen, und nur einzelne Arten befallen zuweilen auch die Spelzen und die Körner. Besonders *Puccinia glumarum* (Schmidt) Erikss. et Henn., der Gelbrost, schmarotzt nach Eriksson (2) auch in Körnern des Weizens und der nackten Gerste und erzeugt durch die Oberhaut scheinende gelbe Konidienlager. Auch das Mycel und die Sporen des Schwarzrostes, *Puccinia graminis* Pers., will Worth. Smith (1) in Haferkörnern gefunden haben, und Rostrup (1) meldet das Parasitieren von *Puccinia simplex* (Körn.) Erikss. et Henn., dem Zwergrost, auf Gerstenkörnern. Auf den Spelzen des Getreides kommen *Puccinia glumarum* und *P. graminis* zuweilen sehr stark vor, und die Anwesenheit der Rostsporen in den von den Cerealien stammenden Kraftfuttermitteln ist wohl meist auf diesen Befall der Spelzen zurückzuführen. Eriksson nimmt an, daß auch noch eine andere eigenartige innerliche Infektion der Getreidekörner durch die Rostpilze stattfindet, indem sich das Plasma der Zellen des Embryo mit dem des Pilzes zu einem sogen. Mykoplasma vereinige, durch das im nächsten Jahre die Neuinfektion zustande komme. Betreffs der Würdigung dieser Hypothese sei auf Klebahn (1) verwiesen.

Von echten Parasiten der Leguminosensamen seien hier zwei Arten erwähnt, die innerhalb der Samen der Erbse und Bohne schmarotzen. Es sind dies *Ascochyta Pisi* Lib. und *Gloeosporium* (*Colletotrichum*) *Lindemuthianum* Sacc.; beide sind Fungi imperfecti aus der Gruppe der Sphaeropsideen, bezw. Melanconieen (s. Bd. I, S. 215). *Ascochyta Pisi* erzeugt auf Blättern und Hülsen der Erbse braune Flecke, dringt aber auch in die Samen bis in die Keimblätter vor. Solche Samen zeigen in der Haut meist etwas verfärbte Stellen. Pflanzen aus ihnen verfallen, wie Hiltner (3) und Krüger (1) gezeigt haben, der Infektion

durch den Pilz. In gleicher Weise befällt *Gloeosporium Lindemuthianum* die Samen von Bohnen; es erzeugt unter der Oberhaut der befallenen Samen später aufbrechende Konidienträgerlager mit länglichen einzelligen Konidien.

Von echten Parasiten, die zwar die Samen nicht direkt befallen, aber infolge des starken Befalles der übrigen Pflanze auch in den Futtermitteln zuweilen gefunden werden, sei hier noch der Mehltaupilz des Getreides, *Erisyphe graminis* D. C., genannt; vergl. Bd. I, S. 210.

Während die in den vegetabilischen Kraftfuttermitteln vorkommenden Pilze vorwiegend auf die zu ihnen verarbeiteten Rohstoffe zurückzuführen sind, liegt die Sache bei denjenigen tierischer Herkunft etwas anders. Was die Kadavermehle anbetrifft, so erfolgt ihre Herstellung, über die man Näheres bei Schenke (1) findet, bei so hoher Temperatur, daß nach Glage (1) auch widerstandsfähige Sporen getötet werden. Diese Mehle sind daher bei richtiger Behandlung beim Verlassen des Ofens keimfrei, und wenn in ihnen trotzdem Pilze gefunden werden, so ist dies auf nachträgliche Infektion beim Trocknen und Kühlen zurückzuführen. Nur dann, wenn bei der Bereitung der Kadavermehle zu niedrige Temperaturen angewendet werden oder wenn nicht für die Entfernung des bakterienreichen Magens und Darmkanales gesorgt wird, können auch Kadavermehle von vornherein pilzhaltig sein. In ähnlicher Weise wie das Kadavermehl wird zufolge Schenke (2) unter Anwendung gespannten Dampfes aus Fischen das Fischmehl hergestellt, für das daher dasselbe gilt. Die Fleischmehle, die bei der Herstellung von Liebigs Extrakt gewonnen werden, sind nicht einer so hohen Temperatur ausgesetzt worden wie die Kadaver- und Fischmehle. Nach Schenke (3) beträgt sie nur 75—80°, der die widerstandsfähigen Sporen mancher Bakterien nicht erliegen. Untersuchungen nach dieser Richtung liegen bisher kaum vor. Burri (2) hat in südamerikanischem Fleischmehl außer dem auf S. 377 zu besprechenden *Bacillus pseudanthracis* auch *Bac. subtilis* und *Bac. mesentericus ruber* gefunden.

Der Pilzgehalt gesunder Futtermittel schwankt sehr. Er hängt bei denen vegetabiler Herkunft von dem Bau der Samen oder der Frucht, dem Wetter während der Vegetations- und der Erntezeit, der Behandlung und Aufbewahrung nach der Ernte, der Art der Weiterverarbeitung und der dabei aufgewendeten Sorgfalt, der Art des Transportes u. a. mehr ab. Früchte und Samen, die eine rauhe oder gefurchte Oberfläche haben oder mit Haaren besetzt sind, werden im allgemeinen reicher an Pilzen sein als glattschalige. Richter (1) fand von Gerste, die bei der Ernte beregnet war, 15 Proz. braunspitzig, von nicht beregneter nur 3 Proz., und Reichard (1) teilt mit, daß beregnete Gerste mit schleimigen Bakterienzooglöen ganz überzogen war (vergl. Bd. V, S. 163—164). Beim Lagern in feuchten Räumen, oder wenn, worauf besonders Hoffmann (2) aufmerksam gemacht hat, warme Luft auf kühlere Samen in Lagerhäusern trifft und auf ihnen Wasser absetzt, tritt eine Vermehrung der Pilze ein. Einige hierher gehörige Beobachtungen über Futtermehle hat Hiltner (4) mitgeteilt. Andererseits nimmt bei luftiger Lagerung, wie Hoffmann (1) nachwies, die Keimzahl auf Getreide beständig ab. Ebenso ist nach den Angaben desselben Beobachters die Zahl der Keime auf geputztem Getreide verhältnismäßig gering. Ueber die Abhängigkeit des Keimgehaltes der Cerealien und ihrer Mahlerzeugnisse von verschiedenen äußeren Einflüssen vergleiche man die Angaben im 25. Kapitel dieses Bandes.

Einen Einfluß des Extraktionsverfahrens auf die Keimzahl hat Haselhoff (1) bei Leinmehlen, die einerseits durch Auspressen und andrerseits durch Benzinextraktion hergestellt waren, nicht feststellen können. Dagegen kann man wohl annehmen, daß die mehr oder minder hohe Preßtemperatur auf die Keimzahl nicht ohne Einfluß sein werde. Der Keimgehalt der Futtermittel schwankt daher sehr stark, zwischen wenigen Hunderten und vielen Millionen in einem Gramm. Angaben darüber findet man bei Haselhoff (1) betreffend Leinmehl, bei Lemcke (1) betreffend Hanfkuchen, bei Heinrich (1) betreffend Sesamkuchen, bei Zopf (1) betreffend Weizen-, Baumwollensaat- und Erdnußmehl, bei Gordan (1) betreffend Kleien und bei Hiltner (6).

Ein Schluß auf die *Frische* oder *Verdorbenheit* eines Futtermittels kann aus seinem Gehalt an Keimen ohne weiteres nicht gezogen werden, wenn auch selbstverständlich ein abnorm hoher Keimgehalt immerhin verdächtig ist und zur Vorsicht bei der Beurteilung mahnt. Schließlich ist nicht die Zahl der Pilze ausschlaggebend, sondern der Umstand, ob diese Pilze sich in den Futtermitteln vermehrt und dabei erhebliche Stoffveränderungen verursacht haben, oder ob sie an sich imstande sind, im Tierkörper schädliche Wirkungen zu entfalten. Auch ist nicht zu vergessen, daß der Nachweis der Pilzzahl, der auf Anwendung des Plattenverfahrens beruht, versagt, sobald in verdorbenen Futtermitteln auf irgend eine Weise die Mehrzahl der Pilze getötet worden ist. Ob eine große Pilzzahl in einem Futtermittel durch Vermehrung in diesem entstanden ist oder von den Rohmaterialien stammt, wird nur durch eingehende Untersuchungen eines gut geschulten Mykologen zu entscheiden sein, und allen anderen Untersuchern kann in dieser Beziehung nicht genug Vorsicht angeraten werden. Für die Klärung dieser Fragen wird eine langjährige systematische mykologische Untersuchung gesunder und verdächtiger Futtermittel an möglichst vielen Stellen von hohem Werte sein.

§ 99. Allgemeine Bedingungen für Eintritt und Verlauf der Zersetzung der Kraftfuttermittel durch Pilze.

Die Kraftfuttermittel bieten ihrer chemischen Zusammensetzung nach den in ihnen enthaltenen Pilzen einen vorzüglichen Nährboden, sobald für diese die übrigen Lebensbedingungen erfüllt sind. Zu diesen gehört in erster Linie eine ausreichende Feuchtigkeit, die durch den normalen Wassergehalt der Kraftfuttermittel nicht geboten wird. Von geringerer Bedeutung für die Vermehrung der Pilze ist die Anwesenheit atmosphärischen Sauerstoffs. Nur bei geringeren Feuchtigkeitsgraden, bei denen sich nur die luftliebenden Eumyceten entwickeln können, ist seine Anwesenheit erforderlich. Bei größerer Feuchtigkeit, welche die Vermehrung der Schizomyceten gestattet, geht diese auch bei Luftabschluß vor sich. Eine gewisse Bedeutung für die Entwicklung der Pilze hat auch die physikalische Struktur der Futtermittel in manchen Fällen, z. B. insofern als Mehle leichter Wasserdampf absorbieren als Futterkuchen, ebenso auch stark ausgepreßte Oelkuchen leichter als andere, da sie nicht nur fettärmer, sondern auch lockerer sind. Die Art der in einem Futtermittel sich entwickelnden Pilzflora und der durch sie bewirkten Stoffzersetzung wird durch die chemische Zusammensetzung des Futtermittels, durch seinen Wassergehalt, durch die An-

oder Abwesenheit des atmosphärischen Sauerstoffs und durch die Temperatur bedingt. Die in den Futtermitteln enthaltenen Pilze stellen in diesen Beziehungen ganz verschiedene Ansprüche.

Was die Feuchtigkeit betrifft, so liegt für die meisten Kraftfuttermittel die untere Grenze für die Entwicklung der Pilze bei etwa 14—18 Prozent. So geben HELLRIEGEL (1) für Schnitzel, Raps- und Erdnußmehl 16–18 Proz., SPIECKERMANN und BREMER (1) für Baumwollensaatmehl, KÖNIG, SPIECKERMANN und KUTTENKEULER (1) für Sesammehl 14—15 Proz. als untere Grenze an. J. J. L. VAN RIJN (1) teilt mit, daß die holländischen landwirtschaftlichen Versuchsstationen alle Futtermittel mit über 14 Proz. Feuchtigkeit als verdächtig betrachten. Auch die Angabe ATTERBERG's (1), daß die Haltbarkeit des Getreides (s. Bd. I, S. 610) an einen Wassergehalt von 14—16 Proz. gebunden sei, ist wohl zum Teil so zu erklären, daß die bei größerer Feuchtigkeit sich entwickelnden Pilze im Korn Zersetzungen hervorrufen, welche die Keimkraft schädigen. Alle diese Angaben beziehen sich auf die mittlere Sommertemperatur. Es ist wohl möglich, daß für tiefere Temperaturen, wie ATTERBERG (1) angibt, die Feuchtigkeitsgrenze für die Entwicklung der Pilze etwas höher liegt. Etwas anders sind die Verhältnisse bei den durch Aufsaugung der Rübenmelasse in gewisse Träger hergestellten Futtermelassen. Diese Futtermittel haben einen so hohen Gehalt an Zucker und löslichen Salzen, daß eine stärkere Durchfeuchtung eintreten muß, ehe Pilze zur Entwicklung gelangen. Nach den von SCHULZE (1) veröffentlichten Untersuchungen der Versuchsstationen in Breslau, Halle und Posen zersetzte sich Malzkeimmelasse erst bei einem Wassergehalt von rund 20 Proz., Torfmelasse gar erst bei einem solchen von über 30 Prozent. In diesem Falle wirkt auch noch die chemische Zusammensetzung des Melassenträgers auf den zulässigen Feuchtigkeitsgrad insofern ein, als der zur Pilzernährung nicht geeignete Torf eine weitere Verdünnung zuläßt. Die bei geringem Feuchtigkeitsgehalt in den Kraftfuttermitteln sich vermehrenden Pilze sind lediglich Eumyceten, die hauptsächlich zu den Gattungen *Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilia* u. e. a. gehören. Erst bei erheblich höherem Wassergehalt stellen sich Schizomyceten ein. Beim Baumwollensaatmehl ist dazu nach SPIECKERMANN und BREMER (1) ein Feuchtigkeitsgehalt von etwa 30 Proz. erforderlich. Für andere Oelkuchen gilt diese Grenze ebenfalls. Auch die einzelnen Vertreter der Eumyceten unterscheiden sich durch ihre Ansprüche an den Wassergehalt des Nährbodens. So fanden SPIECKERMANN und BREMER (1), daß in Baumwollensaatmehl bei 14–15 Proz. der *Aspergillus glaucus* (*Eurotium repens*) und das dem *Eurotium medium* MEISSNER ähnliche *Eurotium rubrum* (s. Bd. IV, S. 208) die Pilzvegetation eröffnen, daß bei 20 Proz. die bereits erwähnten *Monilia*-Arten folgen und erst bei 23 Proz. das *Penicillium glaucum* erscheint. HASELHOFF und MACH (1) geben an, daß *Aspergillus Oryzae* und *Penicillium glaucum* verschiedene Ansprüche an die Feuchtigkeit stellen. Man vergleiche auch Bd. I, S. 443.

Unter natürlichen Verhältnissen verlaufen die in Futtermitteln eintretenden Zersetzungen bei mittlerer Temperatur, und es entwickeln sich daher auch vorwiegend die bei dieser am besten gedeihenden Pilzarten. Tritt aber aus irgend welchen Gründen längere Zeit eine Temperaturerhöhung ein, wie dies unter Umständen in einem lebhaft schimmelnden mehligen Futtermittel infolge der Selbsterhitzung (s. darüber Bd. I, S. 612) der Fall sein kann, so vermehren sich auch die bei

höheren Temperaturen besser gedeihenden Arten. So findet man in Oelkuchen dann *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Rhizopus nigricans* und andere Pilze, die bei dem Verschimmeln unter gewöhnlichen Verhältnissen zurücktreten.

Von großem Einfluß auf die Flora in Zersetzung begriffener Kraftfuttermittel ist deren chemische Zusammensetzung. Die Eumyceten allerdings sind von ihr in geringem Grade abhängig, da der Kreis der von ihnen verwertbaren Nährstoffe ein sehr großer, andrerseits ihr Vermögen zur Einleitung kräftiger Gärungen und damit zur Unterdrückung anderer Arten gering ist. Doch bemerkt man insofern einen gewissen Einfluß des Nährstoffes, als z. B. manche Oelkuchen und Oelkuchenmehle, wie Palmenmehl, im allgemeinen weniger leicht schimmeln als andere, worauf besonders A. Emmerling (2) hingewiesen hat. Dagegen beeinflußt die chemische Zusammensetzung der Kraftfuttermittel die Schizomycetenflora sehr stark. Alle Kraftfuttermittel bestehen im wesentlichen aus Proteinstoffen, Fetten und Kohlenhydraten, deren Mengen jedoch je nach der Art des Futtermittels sehr verschieden sind. Während nach den bisherigen Erfahrungen die Fette der Futtermittel auf die Zusammensetzung der Schizomycetenflora keinen Einfluß ausüben, hängt diese in hohem Grade von der Menge und dem gegenseitigen Verhältnis von Proteinen und Kohlenhydraten ab, unter welch letzteren hier nur die leicht gärenden Zuckerarten, nicht aber Cellulose, Pentosane, Stärke u. ä. zu verstehen sind. Falls überhaupt nennenswerte Mengen von Kohlenhydraten vorhanden sind, so entwickeln sich zunächst diejenigen Schizomycetenarten, die diese Stoffe vergären, während andere Arten zurücktreten. In welcher Richtung sich dann die Zersetzungsflora weiter entwickelt, hängt ganz von dem Mengenverhältnis zwischen gärfähigen Kohlenhydraten und Proteinen und gleichzeitig von dem Zutritt oder dem Abschluß des atmosphärischen Sauerstoffes ab. Ist der Gehalt an Kohlenhydraten groß, wie bei den Mahlprodukten der Cerealien und Oelsamen, den Melassen und ähnlichen Stoffen, so entwickeln sich bei Luftabschluß überhaupt nur die die Kohlenhydrate vergärenden Schizomyceten (Vertreter der Gruppen der Milchsäurebakterien, des *Bacterium coli*, *Bact. aerogenes*) in stärkerem Maße, während die aeroben und anaeroben Proteinzersetzer und die Buttersäurebakterien teils durch den Mangel an Sauerstoff, teils durch die entstehenden Gärungssäuren in der Entwicklung gehemmt werden. Bei Luftzutritt findet an der Oberfläche eine langsame Vermehrung der aeroben Fäulnisbakterien aus der Gruppe der sogen. Kartoffelbazillen (s. Bd. I, S. 571) sowie mancher Eumyceten statt, welche die Gärungssäuren teils verbrennen, teils durch alkalische Gärprodukte neutralisieren. Sobald dieses erreicht ist, entwickeln sich im Innern der sich zersetzenden Massen auch die obligaten Anaerobier (*Bacillus putrificus*) unter den Fäulnisbakterien. Ist dagegen die Menge der Kohlenhydrate im Verhältnis zu den Proteinen sehr gering, wie in den Fleischmehlen, so beginnt sowohl bei Luftzutritt wie bei Luftabschluß sehr bald die Zersetzung der Proteinstoffe. Ueber die bei diesen Zersetzungen auftretenden Pilze vergleiche man betreffs der Mahlprodukte der Cerealien die Angaben im 25. Kapitel des vorliegenden Bandes, betreffs der Fleischmehle diejenigen auf S. 99 des Dritten Bandes. Einige der bei der Zersetzung des Baumwollensaatmehles und ähnlich zusammengesetzter anderer Rückstände der Oelherstellung sich entwickelnden Schizomyceten, welche Kohlenhydrate und Proteine vergären, sind von König und Spieckermann in Gemeinschaft mit Olig (1) und Kuttenkeuler (1) beschrieben worden.

Die vorstehenden Angaben gelten nur für den gewöhnlich selteneren Fall, daß Kraftfuttermittel bei Havarien so stark durchfeuchtet werden, daß sofort die Entwicklung der Bakterien einsetzt. Anders liegt die Sache, wenn ein verschimmelndes Futtermittel durch die Aufnahme des von den Eumyceten bei der Atmung erzeugten Wassers schließlich den für 5 die Vermehrung der Schizomyceten erforderlichen Wassergehalt erreicht. In diesem Falle sind von den Eumyceten die Kohlenhydrate meist völlig zerstört, so daß sofort die proteinvergärenden Bakterien die Oberhand gewinnen.

§ 100. Die Zersetzung bestimmter Kraftfuttermittel, insbesondere der Oelkuchen. 10

Unsere Kenntnisse über die Art der Zersetzungen, die von den verschiedenen Pilzen in den Kraftfuttermitteln hervorgerufen werden, sind noch gering. Betreffs derjenigen, welche durch Eumyceten und Schizomyceten in Produkten der Cerealien verursacht werden, vergleiche 15 man das 25. Kapitel des vorliegenden Bandes.

Kosjatschenko (1) hat die Zersetzung der Proteinstoffe in Erbsenmehl durch *Aspergillus niger* untersucht (s. Bd. IV, S. 257). Die Zersetzungen in den Melassenfuttermitteln bestehen nach Schulze (1) vorwiegend in Verlusten und Invertierung des Zuckers, während Protein 20 und Fett nicht verändert werden. Ueber Versuche, durch Kalkzusatz die Haltbarkeit der Melassen zu erhöhen, vergleiche man die Angaben von Herzfeld (1), Gonnermann (1) und Stutzer (1).

Ueber die Zersetzung von Rückständen der Oelherstellung, besonders des Baumwollensaatmehles, bei Luftzutritt und Luftabschluß, liegen 25 Untersuchungen von König und Spieckermann in Gemeinschaft mit Bremer (1), Olig (1) und Kuttenkeuler (1) vor. Haselhoff und Mach (1) berichten über die Veränderungen des Reismehles beim Schimmeln. Im Baumwollensaatmehl, das erhebliche Mengen von gärfähigen Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen enthält, wurde bei diesen 30 Versuchen bei freiwilliger Zersetzung bei Luftzutritt bis zu einem Feuchtigkeitsgehalt von etwa 21 Proz. der noch verhältnismäßig geringe Verlust an Trockenmasse lediglich durch das Fett gedeckt, das zum größten Teil verschwand. Auch beim Reismehl verläuft die Zersetzung anscheinend ebenso. Von einem Wassergehalt von 24 Proz. an stieg 35 der Verlust an Trockenmasse im Baumwollensaatmehl erheblich, oft bis über 30 Proz., und an ihm beteiligten sich, neben dem Fett, jetzt auch die Zucker, Pentosane und in geringem Grade die Proteinstoffe, die aber nicht tiefer abgebaut wurden. Erst bei einer Feuchtigkeit von über 30 Proz., bei der die Entwicklung der proteinzersetzenden Bakterien 40 beginnt und die Eumyceten ganz zurücktreten, wurden außer den Zuckern und Pentosanen auch die Proteine stärker zersetzt und zum großen Teil vollständig abgebaut. Ist der Wassergehalt des spontan sich zersetzenden Baumwollensaatmehls oder ähnlicher Oelkuchenmehle von Anfang an so hoch, daß sofort die Bakterien sich vermehren, so ist bei Abschluß 45 der Luft der Verlust der Trockenmasse auch bei langdauernder Zersetzung gering; er wird in diesem Falle, in dem sich nur die Zucker vergärenden Vertreter der *Coli-*, *Aerogenes-* und Milchsäurebakterien-Gruppen entwickeln, ausschließlich durch Vergärung der Kohlenhydrate zu Kohlensäure, Wasserstoff und flüchtigen und nicht-flüchtigen Fett- 50

säuren gedeckt. Dagegen wird das Fett nur wenig angegriffen, und die Zersetzung des Proteins beschränkt sich auf einen geringen Abbau zu Albumosen, Peptonen und Basen, während Ammoniak in nicht bemerkenswerten Mengen entsteht. Bei Luftzutritt dagegen beginnt bald infolge der Neutralisierung der Gärungssäuren eine tiefgreifende Zersetzung der Proteinstoffe durch die schon im § 99 genannten aeroben und anaeroben Fäulnisbakterien, und es entstehen die weiter unten aufgeführten Abbauprodukte.

Versuche, die mit Reinkulturen der Bakterienarten angestellt wurden, die in dem sich zersetzenden Baumwollensaatmehl vorkommen, haben ergeben, daß die proteinspaltenden Bakterien aus der Gruppe des *Bacillus mesentericus* mit Ausnahme des Fettes, das nur wenig angegriffen wird, und der Rohfaser alle vorhandenen Nährstoffe in starkem Grade zerstören, während die Vertreter der Coligruppe in stärkerem Maße nur die Zucker, in geringerem die Pentosane und das Fett abbauen. Von den Proteinstoffen verändern sie auch bei längerer Versuchsdauer nur geringe Mengen unter Erzeugung von Albumosen, Basen, Peptonen und Ammoniak. Ein häufig gefundener Spaltpilz aus der Gruppe des *Bacillus mesentericus* zersetzte das Protein des Baumwollensaatmehles, sowie Fibrin, Albumin und Conglutin unter Erzeugung von Ammoniak, flüchtigen Schwefelverbindungen, primären und sekundären Aminbasen, Phenylpropion- und Phenylessigsäure, aromatischen Oxysäuren, Skatolcarbonsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Bernsteinsäure und bei lang andauernder Fäulnis auch von Indol, Skatol, Phenol, Kresol.

Der aus Oelkuchenmehl gezüchtete *Bac. putrificus* zersetzte in Reinkultur sterilisiertes Baumwollensaatmehl nur in geringem Grade. Das Protein wurde von ihm nur wenig angegriffen, der Zucker jedoch zum großen Teile zu Säuren vergoren. Dagegen zersetzte er Milch und Proteinstoffe (Fibrin, Eieralbumin) in zuckerfreien Lösungen schnell unter Entwicklung eines starken Fäulnisgestankes. An Zersetzungsstoffen wurden gefunden: Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan, Peptone, Ammoniak, Buttersäure, Valeriansäure, Capronsäure, Caprylsäure, vielleicht auch Laurinsäure, Phenylpropionsäure, p-Oxyphenylpropionsäure, Indolpropionsäure, aber weder Indol noch Skatol oder Phenole. Die Hemmung der Proteinzersetzung durch Zucker ist auf die bei ihrer Vergärung entstehenden Säuren zurückzuführen. Mit der eine beschleunigte Säurebildung bedingenden Erhöhung der Zuckerkonzentration geht eine Abnahme des Proteinabbaues parallel, ohne daß dieser aber auch in 5-proz. Glucoselösungen ganz unterbliebe. Nur die gärfähigen Zucker, nämlich Glucose, Fructose, Galactose und Maltose, entfalten eine hemmende Wirkung auf die Proteinzersetzung, nicht aber Saccharose, Lactose und Mannit. Das Verhalten des aus dem Oelkuchenmehle gezüchteten *Bac. putrificus* entspricht nicht den Angaben von Bienstock und Tissier und Gasching über diesen Pilz (vergl. Bd. III, S. 96), nach denen auch hochprozentige Glucoselösungen Proteinstoffe nicht gegen die Zersetzung durch ihn schützen sollen. Dagegen hat schon früher Achalme (1), wie hier ergänzend bemerkt sei, hervorgehoben, daß die im Institut Pasteur befindliche von Bienstock stammende Kultur des *Bac. putrificus* Glucose, Galactose, Maltose, nicht aber Saccharose, Lactose, Glycerin, Mannit, Dulcit, Dextrin zu Essigsäure und Buttersäure (vielleicht auch Bernsteinsäure und Milchsäure) vergäre, und daß Eiweiß in Lösungen gärfähiger Zucker von ihr nicht zersetzt werde. Rodella (1) hat neuerdings bestätigt, daß *Bac. putrificus* Lactose nicht vergärt. Achalme's Angabe wurde durch

die Behauptung TISSIER's und GASCHING's (1) zweifelhaft, daß die von ihm verwendete Kultur mit einem Anaerobier (*Bac. bifermentans*) verunreinigt gewesen sei. Doch verhält sich die in der Sammlung KRÁL befindliche, von BIENSTOCK stammende Kultur ebenso wie die des Institut PASTEUR. Auch SCHATTENFROH (1) und GRASSBERGER und SCHATTENFROH (1) zählen den *Bac. putrificus* zu den die Zucker vergärenden Bakterien (s. S. 118). BIENSTOCK (1) hat neuerdings im menschlichen Darm zuweilen ein Bakterium gefunden, das dem *Bac. putrificus* morphologisch und in dem Vermögen Proteinstoffe zu zersetzen völlig gleicht, aber Glucose und Lactose zu Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure und Kohlensäure vergärt und Milch zum Gerinnen aber nicht zum Faulen bringt. Er glaubt, daß PASSINI (1), der den *Bac. putrificus* im Kot häufig gefunden haben will, diese von ihm *Bac. paraputrificus* genannte Art vor sich gehabt habe. Auch RODELLA (2) gibt an, daß *Bac. putrificus* in Milch manchmal faulige Zersetzung, manchmal nur Gerinnung hervorbringe. Vielleicht lassen sich diese abweichenden Angaben über das Zuckervergärungsvermögen des *Bac. putrificus* erklären, wenn man für diesen Pilz einen ähnlichen Pleochemismus annimmt, wie ihn GRASSBERGER und SCHATTENFROH für jene Buttersäurebakterien angeben, welche Protein nicht zersetzen.

Im Gegensatz zu der tiefgreifenden Zersetzung der Proteinstoffe durch manche Schizomyceten ist die durch die Eumyceten im Baumwollensaatmehl gering. Zwar wird auch durch die meisten von ihnen, mit Ausnahme der auf S. 363 erwähnten *Monilia*-Arten, ein Teil des Proteins verändert. Doch handelt es sich hierbei anscheinend nur um eine Ueberführung in lösliche Proteinstoffe zwecks Assimilierung; Ammoniak tritt bei dieser Zersetzung nicht immer auf. So fehlt es nach den Untersuchungen der mehrfach genannten Beobachter in Kulturen von *Penicillium glaucum* auf Baumwollensaatmehl und Reismehl, ist dagegen in solchen von *Aspergillus Oryzae* auf Reismehl vorhanden. Ob es in diesem Falle wirklich durch Zersetzung der Proteinstoffe entsteht, ist allerdings noch zu beweisen. Von Interesse ist, daß von anderen Stickstoffverbindungen das im Rapssamen stets enthaltene Senföl nach den Angaben von MOSTYNKY (1) durch *Penicillium glaucum* und *Aspergillus niger* zum Teil zerstört werden soll. Ueber das Verhalten anderer Pilze gegen das Senföl und das Sinigrin vergleiche man die Angaben in Bd. I, S. 653. Die bemerkenswerteste Veränderung der Oelkuchen und Oelkuchenmehle durch die Eumyceten ist die Z e r s t ö r u n g d e r F e t t e, die, abgesehen vom Kokos- und Palmfett, ausschließlich aus den Glyceriden der hochmolekularen Fettsäuren bestehen. REITMAIR (1) und RITTHAUSEN und BAUMANN (1) haben schon früher beobachtet, daß in Oelkuchen beim Verschimmeln das Fett sehr stark vermindert wird, ebenso nach den Untersuchungen von SCALA (1) und GRIMALDI (1) in dem fettreichen Maismehl. BIFFEN (1) hat in Kokosnüssen, in denen das Fett verschwand, einen zu den Sphaeriaceen gehörenden Pilz aus der Familie der *Hypocreaceae* (s. Bd. I, S. 212) gefunden. Nach O. KLEIN (1) verlieren Olivenpreßlinge bei der Aufbewahrung bei etwa 30—35 Proz. Feuchtigkeit einen großen Teil ihres Oeles. Nach BECHHOLD (1) wird das Fett, das in dem Schlamm der Frankfurter Kläranlage (s. Bd. III, S. 399) in Mengen bis zu 12 Proz. enthalten ist, durch Pilze vollständig zerstört. ZOPF (3) hat berichtet und C. VON TUBEUF (2) hat bestätigt, daß der im Boden und auf faulenden Stoffen oft vorkommende Pilz

Arthrobotrys oligospora Fres. Nematoden infiziert und das in diesen Tieren enthaltene Fett verzehrt.

Eine Zersetzung von Lein- und Olivenöl durch den Hyphomyceten *Verticillium cinnabarium* und durch einen Sproßpilz, *Saccharomyces olei*, scheint auch schon van Tieghem (1) beobachtet zu haben. Vielleicht kommen auch einem von Kirchner (1) in Mohn- und Sesamöl beobachteten Pilz (*Elaeomyces olei* genannt) und den ebenfalls darin gefundenen Bakterien solche Fähigkeiten zu. Die älteren Versuche von Sommaruga (1) über die Veränderungen der Fette durch Bakterien sind wegen ihrer nicht einwandfreien Technik hier nur der Vollständigkeit halber zu erwähnen. Angaben über die Veränderungen des Butterfettes durch Pilze findet man im 12. Kapitel dieses Bandes.

Die ersten exakteren Untersuchungen über die Zerstörung der hochmolekularen Fette durch Pilze stammen von Schmidt (1), der nachwies, daß *Aspergillus niger* mit Mandelöl, besser noch mit Oelsäure als alleiniger Kohlenstoffquelle gut ernährt werden kann und große Mengen davon zerstört; vergl. Bd. IV, S. 253. Die späteren Untersuchungen von Spieckermann und Bremer (1), Rubner (1), Schreiber (1), Kruyff (1), Rahn (1) und Haselhoff und Mach (1) haben unsere Kenntnisse dahin erweitert, daß die Fähigkeit, Fette zu zerstören und höhere Fettsäuren zu assimilieren, einer großen Anzahl von Eumyceten und Schizomyceten zukommt. Rubner, Schreiber und Kruyff haben dieses besonders für einige Bodenbakterien (vergl. Bd. III, S. 452) festgestellt, unter denen sich außer mehreren nicht näher gekennzeichneten Arten, die Kruyff als physiologische Gattung *Lipobacter* zusammenfaßt, auch *Bacterium fluorescens liquefaciens* durch starke fettzerstörende Fähigkeiten auszeichnet. Unter den Eumyceten sind nicht nur Fadenpilze, sondern auch manche Sproßpilze, und zwar sowohl Saccharomyceten als auch Mycodermen, imstande, Fette zu assimilieren.

Die Zerstörung der Fette beginnt stets mit deren Spaltung in Fettsäuren und Glycerin. Die Spaltung wird durch ein Enzym, die Lipase, bewirkt, über welche man auf S. 215 des vorliegenden Bandes einige Angaben findet, denen hier noch eine von Schwartz und Kayser (1) über Kokken und die von Garnier (1) und von Zellner (1) angefügt seien. Wir kennen bereits eine große Zahl von Pilzen, die imstande sind, Fette zu spalten, wenn auch der sichere Nachweis einer Lipase meist nicht geführt worden ist; unser Wissen über die Eigenschaften der lipolytischen Pilzenzyme ist aber noch recht lückenhaft. Wenn Rubner und Schreiber, weil sie in flüssigen Kulturen ihrer fettzerstörenden Bakterien ein fettspaltendes Enzym nicht nachweisen konnten, die Fettspaltung als eine „Gärung“ bezeichnen wollen, so läßt sich dieses wohl kaum rechtfertigen. Die Spaltung der Fette erstreckt sich in Pilzkulturen nie über die ganze Fettmenge. Neben großen Mengen von Fettsäuren findet man stets noch unzersetzte Glyceride. Doch weist, wie hier beiläufig bemerkt sei, ein hoher Säuregehalt der Fette eines Oelkuchens nicht ohne weiteres auf eine Zersetzung durch Pilze hin. Auch die Fette ganz frischer Oelkuchen sind manchmal stark sauer. In diesem Falle darf man die Spaltung wohl auf die zuerst von Sigmund (1) entdeckten fettspaltenden Enzyme fetthaltiger Samen zurückführen, die neuerdings von Connstein, Hoyer und Wartenberg (1) und Hoyer (1) eingehender untersucht worden sind und sogar für die technische Fettverseifung Verwendung finden. Andrerseits hat Reit-

MAIR (1) darauf hingewiesen, daß die Fette verdorbener Oelkuchen zuweilen eine sehr niedrige Säurezahl besitzen.

Die Spaltung der Fette durch Lipase liefert den Pilzen einerseits im Glycerin einen leicht aufnehmbaren Nährstoff, andrerseits ist sie vermutlich von großer Bedeutsamkeit für die Aufnahme der Fette in die Pilzzelle. Nach den von SCHMIDT (1) mit Keimlingen höherer Pflanzen angestellten Versuchen gehen flüssige Fettsäuren, ferner mit geringen Mengen solcher versetzte Neutralfette, nicht aber reine Neutralfette als solche durch die Zellhaut. Bei Pilzen ist dieses bisher durch den Versuch noch nicht bewiesen worden; doch läßt BIFFEN's (1) Beobachtung, daß das Mycel des von ihm untersuchten Pilzes auf fetthaltigen Nährböden zahlreiche Fetttropfen enthielt, sich vielleicht in diesem Sinne deuten. SCHMIDT's Beobachtung, daß tote Pflanzenhäute Fette nicht hindurchlassen, deutet ferner darauf hin, daß die lebende Zellwand bei der Aufnahme der Fette wahrscheinlich durch ihren Gehalt an fettemulgierenden Stoffen (vielleicht Natriumphosphat) beteiligt ist; man vergleiche hierzu die Ausführungen von PFEFFER (1) und CZAPEK (1). Gegen die Assimilation der Fette in Form von Seifen spricht die Beobachtung SCHMIDT's (1), daß *Aspergillus niger* auf Seifen schlecht gedeiht. Fettverzehrende Schizomyceten wachsen allerdings in fetthaltigen Nährlösungen besser bei Gegenwart von kohlensaurem Kalk, wie RUBNER (1) und SCHREIBER (1) nachgewiesen haben. Doch hat der Kalk hier vielleicht mehr die Aufgabe, die etwa aus dem Glycerin und den anderen Nährstoffen entstehenden entwicklungshemmenden löslichen Säuren zu neutralisieren.

Ob in der Spaltbarkeit verschiedener Glyceride durch Pilze Unterschiede bestehen, ist noch nicht sicher gestellt. RUBNER (1) hat bei seinen Versuchen über die Zersetzung von Butterfett durch Erdbakterien Unterschiede in der Spaltbarkeit der verschiedenen Glyceride nicht beobachtet, ebenso KRUYFF (1), während nach LAXA (1) von den Glyceriden der nicht-flüchtigen, hochmolekularen Fettsäuren des Butterfettes die mit größerem Molekulargewicht und von denen der flüchtigen Säuren die mit geringerem Molekulargewicht schneller gespalten werden sollen. Doch ist LAXA's Beweisführung nicht einwandfrei. Die Erfahrungen von CONNSTEIN, HOYER und WARTENBERG (1) über das verschiedene Verhalten der Ricinuslipase lassen ein weiteres Studium des Verhaltens der Pilzlipasen in dieser Beziehung recht wünschenswert erscheinen.

Ueber den Wert der verschiedenen in den Fetten vorkommenden Fettsäuren für die Pilzernährung ist bisher wenig bekannt. Aus den Ergebnissen der Versuche von SCHMIDT (1) und von SPIECKERMANN und BREMER (1) darf man schließen, daß die Oelsäure leichter assimiliert wird als die hochmolekularen gesättigten Säuren, wie Palmitin- und Stearinsäure. Dem würde auch REITMAIR's (1) Beobachtung entsprechen, daß die Jodzahl verschimmelten Erdnußöles niedriger ist als die des gesunden. Dagegen hat RAHN (1) in Kokos- und Palmfett, die durch *Penicillium glaucum* und andere nicht näher beschriebene Schimmelpilze und Erdbakterien zersetzt waren, eine Erhöhung der Jodzahl festgestellt, die sich vielleicht so deuten läßt, daß die in diesen Fetten enthaltenen gesättigten Fettsäuren mit geringerem Molekulargewicht leichter verarbeitet werden als die Oelsäure. Ferner haben die Untersuchungen RAHN's eine Abnahme der Reichert-Meissl'schen Zahl und der Verseifungszahl ergeben, was für eine schnellere Zerstörung der gesättigten Säuren

mit geringerem Molekulargewicht spricht. Weitere Untersuchungen nach dieser Richtung werden sich allerdings auf die Bestimmung dieser Konstanten nicht beschränken dürfen.

Der Abbau der Fette und Fettsäuren in der Pilzzelle ist, soweit sich dieses aus den wenigen bisher vorliegenden Untersuchungen ersehen läßt, eine glatte Oxydation zu Kohlensäure und Wasser ohne Abscheidung von Fettsäuren geringeren Molekulargewichtes. Wenigstens sprechen dafür die von Spieckermann und Bremer (1) beobachteten geringen Veränderungen der Verseifungszahl des Baumwollensaatöles beim Verschimmeln durch verschiedene Eumyceten. Auch Schmidt (1) und Kruyff (1) haben etwaige Bruchstücke des Fettsäurenmoleküls nicht gefunden. Das schließt natürlich nicht aus, daß in der Zelle zunächst eine Spaltung in kleinere Moleküle erfolgt, wofür vielleicht die bessere Assimilierbarkeit der leichter spaltbaren Oelsäure sprechen kann. Die Beobachtungen von Schreiber (1), daß bei der Zersetzung des Mandelöls durch eine Erdbakterie Buttersäure entsteht, und die Reitmair's (1), daß die Verseifungszahl des Fettes verdorbener Erdnüsse höher liegt als der gesunden, beweisen nicht ohne weiteres die Abspaltung niederer Fettsäuren aus den hochmolekularen, da ihre Entstehung auf eine Zersetzung des Glycerins oder anderer Stoffe zurückgeführt werden kann.

Eine eigenartige, in ihrem Wesen ziemlich unklare Zersetzung der fetten Oele durch denitrifizierende Bakterien bei Gegenwart von salpetersauren Salzen sei hier der Vollständigkeit halber registriert. Nach der Patentschrift von Meusel (1) sollen dabei die Fette gespalten und das Glycerin und die ungesättigten Fettsäuren oxydiert werden. Die so veränderten Fette sollen für Beizen, Farblacke u. dergl. m. gut zu verwerten sein.

§ 101. Tierparasitäre Pilze in den Kraftfuttermitteln. Giftigkeit der mit pflanzenparasitären Pilzen besetzten Kraftfuttermittel.

Die Pilze der Futtermittel werden häufig zu Erkrankungen der Haustiere in ursächliche Beziehungen gebracht. Meist handelt es sich bei solchen Krankheitsfällen um Vergiftungen, seltener um Infektionen durch pathogene Pilze.

Letztere können in erster Linie in Fleisch- und Kadavermehlen vorkommen, zu denen Tiere verarbeitet worden sind, die an ansteckenden Krankheiten verendet sind. Zwar gewährleisten die in Deutschland vorzugsweise in Gebrauch befindlichen Sterilisierapparate der Abdeckereien nach Glage's (1) Untersuchungen auch die sichere Abtötung der widerstandsfähigen Sporen des Erregers des Milzbrandes, des *Bac. anthracis*. Die aus Amerika stammenden Fleischmehlpräparate dagegen scheinen nicht immer genügend hohen Temperaturen ausgesetzt gewesen zu sein. Auch ist es selbst bei vorsichtiger arbeitenden Betrieben nicht ausgeschlossen, daß das schon sterilisierte Mehl wieder mit dem ansteckungsfähigen Rohstoff in Berührung kommt. Zwar ist in der Literatur bisher ein Fall von Milzbrandansteckung durch Tiermehle nicht gemeldet worden (nach mündlichen Mitteilungen soll neuerdings ein solcher in einer deutschen Versuchsstation vorgekommen sein), aber Burri (2) sowie Hartleb und Stutzer (1) haben in südamerikanischem Fleischmehl zuweilen eine dem *Bacillus anthracis* ähnliche Bakterienart gefunden, die sich von diesem durch die Schwärmfähigkeit, ein etwas

anderes Wachstum in Bouillon und geringe Virulenz unterscheidet, die sich aber bis zu einem gewissen Grade steigern läßt. Sie halten diesen von ihnen *Bacillus pseudanthracis* genannten Spaltpilz für eine abgeschwächte Rasse des *Bac. anthracis*. Das häufige Vorkommen der Sporen dieser sowie verschiedener harmlosen Bakterien in amerikanischem 5 Fleischmehl deutet jedenfalls auf eine zu geringe Erhitzung der Rohstoffe oder mangelhafte Behandlung des sterilisierten Mehles hin. Neuerdings hat MAC FADYEAN (1) die Vermutung ausgesprochen, daß das häufigere Auftreten des Milzbrandes in den letzten Jahren auf eine Infektion der überseeischen vegetabilischen Kraftfuttermittel durch diesen 10 Spaltpilz zurückzuführen sei, und DUNSTAN (1) will in der Tat im Baumwollensaatmehl öfter Milzbrandbakterien gefunden haben.

Die von den Cerealien stammenden Kraftfuttermittel enthalten häufig die Dauerformen einiger Pilze, die unter Umständen bei Tieren gefährliche örtliche Erkrankungen erzeugen. Es sind dies in erster Linie 15 Vertreter der jetzt meist zu den Hyphomyceten gestellten Gattung *Actinomyces* (s. Bd. III, S. 205). Der wichtigste ist *Act. bovis* HARZ, der vorwiegend beim Rinde in den verschiedensten Organen, besonders aber in der Zunge und in den Kiefern, schmarotzt und dort harte Geschwülste erzeugt, die strahlige Drusen verknäuelter Mycelfäden enthalten, die an 20 der Peripherie radiär angeordnet sind und an der Spitze eigentümliche kolbenartige Anschwellungen zeigen. Diese Strahlenpilzkrankheit ist auch beim Menschen oft beobachtet worden. Der Pilz wird nicht von Tier zu Tier sondern durch Getreideteile, meist durch Spelzen oder Grannen, übertragen; vergl. Bd. III, S. 206. Auch LANGER (1) gibt an, 25 daß durch Streptotricheen erzeugte Krankheiten vermutlich durch mit diesen Pilzen besetzte Aehrenteile erzeugt werden.

Geringere Bedeutung als diese Pilze haben einige besonders in Mehlen stets in Form ihrer Sporen vorhandene pathogene Vertreter der Ascomycetengattung *Aspergillus*, nämlich *Asp. flavus*, *Asp. fumigatus* und 30 *Asp. niger*, die auf S. 208, bezw. 209 und 213 des Vierten Bandes genauer beschrieben sind. Diese Pilze, deren Temperaturoptimum bei der Körperwärme der Säugetiere liegt, siedeln sich in der Lunge besonders der Vögel, seltener auch der größeren Haustiere, an und können auch dem Menschen gefährlich werden. LODE (1) gibt an, daß besonders Leute, 35 die viel mit Mehl zu arbeiten haben, an Aspergillus-Mykosen der Lunge leiden.

Praktisch ohne Bedeutung sind einige in Futtermitteln häufig vorkommende Hyphomyceten, wie *Oidium lactis* und *Monilia candida*, die sich, wie die Untersuchungen von RABINOWITSCH (1) und CAO (1) gezeigt 40 haben, bei subkutaner oder intravenöser Impfung im Tierleib entwickeln und Eiterherde und Knötchen erzeugen, während die größere Zahl der Sproßpilze nach RABINOWITSCH (1), SCHWANHÄUSER (1) und NEUMAYER (1) im Warmblüterleib zugrunde geht. Von der gesunden Schleimhaut aus sind auch die genannten infektiösen Hyphomyceten nicht fähig, in den 45 Körper einzudringen.

Eingehendere Angaben über die tierparasitären Pilze der Futtermittel findet man in dem „Handbuch der pathogenen Mikroorganismen" von KOLLE und WASSERMANN.

Die Zahl der Erkrankungen durch Kraftfuttermittel, die auf die 50 Erreger tierischer Seuchen zurückgeführt werden können, ist gering. Viel häufiger werden von Landwirten und Tierärzten die in den Futtermitteln vorkommenden pflanzenparasitären Pilze (die „Befallpilze"

des Praktikers) als die Krankheitsursache angesprochen. In diesen Fällen handelt es sich nicht um Infektionen sondern um Vergiftungen. Zu parasitischem Leben im Tierleibe sind die pflanzenparasitären Pilze nicht befähigt. Nur von der Konidienform des Rapsverderberpilzes, 5 *Polydesmus exitiosus* Mont. geben Brümmer (1) und Berndt (1) an, daß die aus den Sporen sich entwickelnden Hyphen zwischen den Epithelzellen der Schleimhäute der kranken Tiere wuchern, ein Befund, dessen Nachprüfung wünschenswert erscheint. Für giftig gelten außer dem Sklerotium des Mutterkornpilzes, *Claviceps purpurea*, über das 10 man nähere Einzelheiten im 25. Kapitel des vorliegenden Bandes findet, die Brandpilze (Ustilagineen), besonders *Tilletia Tritici* (Byerk.) und *Ustilago Maydis* (D. C.), auch, wie hier gelegentlich bemerkt sei, *U. longissima* (Sow.) und *U. echinata* (Schroet.), die den Streifenbrand auf den Blättern der *Glyceria*-Arten bezw. von *Phalaris arundinacea* 15 erzeugen. Auch *Urocystis occulta* (Wallr.), der Roggenstengelbrandpilz, soll nach den Angaben von H. C. van Hall (1) um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Holland vielfach Schafsterben verursacht haben. Von den Rostpilzen (Uredineen) wird manchen Vertretern der Gattungen *Puccinia* und *Uromyces*, nach Franck (1) besonders den Uredosporen von 20 *Puccinia graminis* Pers. und den Uredo- und Teleutosporen von den auf *Phalaris arundinacea* lebenden Uredineen, eine schädliche Wirkung auf den Tierkörper zugeschrieben. Beiläufig sei erwähnt, daß Lewin (1) einen allerdings zweifelhaften Fall anführt, in dem *Aecidium Grossulariae* Pers. giftig gewirkt haben soll, daß aber andrerseits manche Rostpilze 25 oder ihre Erzeugnisse, wie C. von Tubeuf (3) mitteilt, sogar von Menschen genossen werden, so der aus den Spermogonien des japanischen *Peridermium Pini* (Willd.) fließende Honigtau und die von *Peridermium coruscans* Fries befallenen verpilzten weichen Sprosse der skandinavischen Fichten. Es sei hier auf die Zusammenstellung der nach den Angaben 30 der Literatur angeblich giftigen Vertreter dieser und anderer Pilzgruppen auf S. 278 des Ersten Bandes hingewiesen. Außer den daselbst aufgeführten Pyrenomyceten sollen nach Franck (2) auch von *Epichloe typhina* Tul. befallene Gräser Kaninchen unter Erzeugung schwerer Hautgangrän töten. Ferner wird insbesondere dem Schwärzepilz, 35 *Cladosporium herbarum*, Giftwirkung zugeschrieben. Zusammenstellungen der zahlreichen in der Literatur mitgeteilten Fälle über angeblich durch „befallene“ Futtermittel hervorgerufene Vergiftungen der Haustiere findet man bei Fröhner (1), Dammann (1), Tereg und Arnold (1), Lewin (2), Kobert (1), Pott (1) und dem von dem Verband der landwirtschaftlichen 40 Versuchsstationen im Deutschen Reich herausgegebenen Werk „Futtermittel des Handels“ (1).

Wenn diese pflanzenparasitären Pilze zuweilen für Vergiftungen verantwortlich gemacht werden, so wird andrerseits doch noch häufiger beobachtet, daß stark mit ihnen besetzte Futtermittel von den Tieren 45 andauernd ohne Schaden genossen werden. Ebenso sind exakte Fütterungsversuche fast immer mit völlig negativem Erfolge ausgeführt worden. So teilt Staes (1) mit, daß in Holland in manchen Gegenden jahraus jahrein Getreide verfüttert wird, das mit *Tilletia*-Sporen stark verunreinigt ist. Kitt (1) hat die Sporen von *Tilletia Tritici* an größere 50 und kleinere Tiere ohne Schädigung verfüttert, ebenso Brümmer (2), Appel und Koske (1) und C. von Tubeuf (4), letzterer auch die von *Ustilago Tritici*, *U. Panici miliacei* und *U. Maydis*; nur bei einem mit Steinbrandsporen gefütterten Rinde trat etwas Durchfall ein. Ritzema

Bos (1) beobachtete bei Versuchen mit Gerstenflugbrandsporen keine Gesundheitsschädigung. C. D. Smith (1), Albrecht (1) und Kobert (1) konnten mit den Sporen von *Ustilago Maydis* bei größeren und kleineren Tieren keine Krankheitserscheinungen hervorrufen, trotzdem ersterer die Fütterung an Kühen durch drei Monate fortgesetzt und die Menge der 5 Brandsporen zum Schluß auf elf englische Pfund am Tage gesteigert hatte. Vergiftungserscheinungen hat bei der Verfütterung von Brandweizen nur Pusch (1) wahrgenommen, und zwar starben kleine Tiere, wie Mäuse, Sperlinge und Hühner, an Darmentzündung, während größere gesund blieben. Ferner wurde Frühgeburt bei Meerschweinchen mit Sicherheit 10 infolge der Fütterung beobachtet, während diese bei Kühen zweifelhaft war; bei anderen Tieren trat sie nicht ein. Ebenso hat Haselbach (1) durch die getrockneten Sporen von *Ustilago Maydis* bei trächtigen Hündinnen Frühgeburt herbeiführen können. In Amerika wird auch ein alkoholischer Auszug aus Maisbrandsporen (Corn Ergot oder Cornsmut) 15 in der Geburtshilfe als Ersatz für Mutterkorn verwendet.

Giftige Stoffe sind bisher in Brandsporen nicht nachgewiesen worden. Rademaker und Fischer (1) wollen zwar aus den Sporen von *Ustilago Maydis* einen alkaloidartigen Stoff, das Ustilagin (s. Bd. I. S. 278), erhalten haben. Andrerseits aber hat Kedzie gelegentlich der 20 schon erwähnten Versuche von C. D. Smith (1) sich vergeblich bemüht, aus den Sporen dieses Pilzes basische Stoffe abzuscheiden. Nach seinen Untersuchungen bestehen die Maisbrand-Sporen aus: Wasser 8,30 Proz., Protein 13,06 Proz., Kohlenhydrate 29,60 Proz., Cellulose 24,69 Proz., Fett 1,35 Proz., Asche 22,50 Proz. Der hohe Aschengehalt ist auf an- 25 haftenden Sand zurückzuführen. Auch Kobert (1) hat in Maisbrand-Sporen keine giftig wirkenden Alkaloide gefunden. Pusch (1) hat durch subkutane Einspritzungen von wässerigen, alkoholischen und ätherischen Auszügen der Sporen von *Tilletia Tritici* ebenfalls keine Störungen hervorrufen können. Tereg und Arnold (2) nehmen an, daß die Ver- 30 giftungen durch Steinbrandsporen auf Cholin und Neurin zurückzuführen seien. Doch ist über das Vorkommen dieser Stoffe in den Sporen nichts bekannt.

Betreffs der Rostpilze heben Eriksson und Henning (1) hervor, daß selbst in einem so schweren Rostjahr wie 1889 der stark 35 rostige Hafer in Schweden keine Krankheitserscheinungen verursachte. C. von Tubeuf (4) hat Stroh, das mit den Uredosporen von *Puccinia graminis* stark besetzt war, ohne Schaden an eine Kuh verfüttert. Auch mit Rasen von *Cladosporium* dicht besetzter Weizen, Roggen und Gerste sind von Lopriore (1) und Ritzema Bos (1) an größere und kleinere 40 Tiere lange Zeit verfüttert worden, ohne Gesundheitsstörungen hervorzurufen. Es scheint also, daß dieser Pilz, entgegen Eriksson's (1) Vermutung, mit den deletären Wirkungen des Taumelgetreides nichts zu tun hat. Ob der von Prillieux (2) in französischem Taumelroggen aufgefundene parasitäre Pilz der Urheber dieser Vergiftungen ist, geht aus 45 dessen Arbeiten unzweideutig auch nicht hervor.

Möglich erscheint dies immerhin, seitdem Vogl (1) und Hanausek (1) nachgewiesen haben, daß die ähnliche Vergiftungen erzeugenden Samen des Taumellolchs, *Lolium temulentum* L., stets das Mycel eines Pilzes enthalten, der nach den Untersuchungen von Nestler (1) und 50 Freemann (1) auch in die Keimpflanze übergeht und nach Art der Ustilagineen ihr bis in die Fruchtanlage folgt. Lindau (1) hat den Pilz auch in Lolium-Früchten aus altägyptischen Gräbern der XII. Dynastie

gefunden. Es ist bisher nicht gelungen, ihn auf künstlichen Nährböden zu züchten oder ihn zur Fruchtbildung zu bringen. Auch die zuweilen als giftig bezeichneten Früchte von *Lolium remotum* Schrank enthalten nach Neubauer's (1) Untersuchungen stets ein Pilzmycel. Dagegen hat Remer (1) auch in den bisher für nicht giftig geltenden Früchten von *Lolium perenne* L. ein Pilzmycel, wenn auch selten, Freemann (1) ein solches auch in *L. italicum* A. Br., *L. arvense* und *L. linicolum* nachgewiesen; Erdélyi (1) hat Aehnliches beobachtet. Andrerseits sind nach mehreren einwandfreien Fütterungsversuchen die Früchte von *Lolium temulentum* nicht immer giftig. Es bleibt daher zunächst eine offene Frage, ob der Lolium-Pilz zu dem Temulin, das Hofmeister (1) aus den Loliumfrüchten dargestellt hat, in ursächlichen Beziehungen steht. Dieses Gift wirkt lähmend und gibt mit Salzsäure ein Salz von der Zusammensetzung $C_7H_{12}N_2O.2HCl$. Es sei noch erwähnt, daß Antze (1) schon vorher aus den Loliumfrüchten zwei Gifte dargestellt hatte, die aber nach Hofmeister's Ansicht keine einheitlichen Stoffe waren.

Die Ergebnisse der bisher angestellten Fütterungsversuche mit den genannten parasitischen Pilzen sprechen also nicht dafür, daß diese die Ursache der Vergiftungen sind. Zu erwägen bliebe aber, ob diese Pilze nur in einem gewissen Alter oder unter bestimmten Lebensbedingungen giftig sind oder Gifte erzeugen, wie dies bereits für die Giftschwämme (s. Bd. I, S. 126) erwähnt wurde und auch bei einigen Penicillien und Aspergilleen (s. § 102) der Fall zu sein scheint. Auch die allmähliche Abnahme der Giftigkeit des Mutterkorns und Eriksson's (2) Beobachtung, daß die von *Ustilago longissima* befallenen *Glyceria*-Pflanzen nur frisch, nicht aber als Heu giftig wirkten, verdienen in diesem Zusammenhang erwähnt zu werden, wobei auf die mögliche Spaltung von Glycosiden (s. Bd. I, S. 663) hingewiesen sei. Auch die Disposition der verschiedenen Tierklassen und den jeweiligen Gesundheitszustand wird man nicht außer acht lassen dürfen. Die Versuche von Pusch (1) deuten an, daß in dieser Beziehung Unterschiede bestehen, die vielleicht durch die Tätigkeit der Darmausscheidungen bedingt sind. So ist es auch bemerkenswert, daß Vergiftungen durch rostige Futtermittel vorwiegend vom Pferde, selten vom Rindvieh erwähnt werden. Erwägenswert erscheint auch die besonders von Ritzema Bos (1) eingehend erörterte Möglichkeit, daß von Parasiten befallene Pflanzen selber Gifte erzeugen. Eine Stütze für diese Annahme bietet die Tatsache, daß die pflanzenparasitären Pilze auf den Stoffwechsel der Wirtspflanze vielfach sehr stark einwirken. In manchen Fällen wird das Chlorophyll zerstört, in anderen werden im Zellsaft lösliche Farbstoffe erzeugt, oder es kommt zu einer Anhäufung der Stärke in den befallenen Wirtszellen u. a. m. Eine Zusammenstellung vieler hierher gehörender Beobachtungen gibt C. von Tubeuf (5). Ritzema Bos (1) stellt die Störungen des Stoffwechsels der Pflanzen durch Befallpilze mit denen durch andere Einflüsse, wie ungünstige Witterung (zu große Feuchtigkeit, niedere Temperatur usw.), Befall durch tierische Parasiten u. dgl. m., in Parallele. Ueber die angebliche Giftwirkung von Pflanzen, die von tierischen Parasiten befallen sind, bringt Dammann (1) verschiedene Angaben. Wegen der von Ritzema Bos als Stütze für seine Anschauung angeführten zeitweiligen Giftigkeit von Lupinen und Buchweizen unter ungünstigen Vegetationsverhältnissen vergleiche man S. 384—385.

Daß alle Vergiftungen durch befallene Futtermittel auf giftige Stoff-

wechselprodukte der kranken Pflanzen zurückzuführen sind, schließt RITZEMA BOS aus der Tatsache, daß die Vergiftungssymptome stets gleich oder sehr ähnlich sind. Es handelt sich immer um Störungen der motorischen Nerven, besonders der des Hinterteils, und um Entzündungen der Haut, besonders der Schleimhäute. Zuweilen gesellen sich hierzu 5 auch Entzündungen des Darms.

Will man von den hier angeführten Erklärungsversuchen für die Giftigkeit der Futtermittel, denen zur Zeit noch die experimentelle Grundlage fehlt, absehen, so ist bei unserem heutigen Wissen wohl die Annahme am wahrscheinlichsten, daß an den Vergiftungen weder die 10 parasitären Pilze noch die erkrankten Pflanzen unmittelbar Schuld sind, sondern Saprophyten, die sich sekundär auf den kranken und toten Pflanzenteilen angesiedelt haben. Es ist leider bei weitaus den meisten in der Literatur beschriebenen Fällen von Futtermittelvergiftungen eine eingehende mikroskopische und biologische Untersuchung der verdächtigen 15 Stoffe nicht vorgenommen worden. Gerade an Pflanzen, deren Organe durch parasitäre Pilze getötet oder geschwächt sind, findet man stets auch große Mengen saprophytischer Pilze oder auch mikroskopisch kleiner Tiere, über deren Wirkung auf den Tierleib wenig bekannt ist.

§ 102. Die Giftigkeit der durch saprophytische Pilze zersetzten 20 Kraftfuttermittel.

Etwas besser als über die angeblich durch parasitäre Pilze bewirkten sind wir zurzeit über mancherlei Vergiftungen unterrichtet, die zweifellos auf die Tätigkeit saprophytischer Pilze zurückzuführen sind, wenngleich auch hier erst Anläufe, aber keine umfassenden Arbeiten vor- 25 liegen. Sowohl den Eumyceten als auch den Bakterien der Futtermittel wird in dieser Beziehung eine deletäre Wirkung zugeschrieben. An sich sind diese Pilze im allgemeinen nicht giftig. Für *Penicillium glaucum*, den häufigsten Eumyceten der Futtermittel, ist dies von ZIPPEL (1) und WELTE (1) durch Fütterungsversuche besonders nachgewiesen worden 30 (s. d. 25. Kap.). Dagegen behaupten DI PIETRO (1), CENI (1) und CENI und BESTA (1), daß Sporen und Mycel mancher in Italien auf Mais lebenden Stämme von „*Penicillium glaucum*" und *Aspergillus fumigatus* Gifte enthalten. Von ANTONINI und FERRATI (1) wird dieses bestritten. Dagegen hat OTTO (1) in der Tat aus dem Mycel, nicht aber den Sporen italieni- 35 scher Stämme von *Asp. fumigatus* durch Alkohol Gifte ausziehen können, die bei den Versuchstieren Krämpfe, manchmal auch den Tod bewirkten. Deutsche Stämme dieses Pilzes erwiesen sich als ungiftig. Ebenso hat er aus dem Mycel italienischer Stämme von „*Penicillum glaucum*" Gifte ausgezogen. Auch die deutschen Penicillien enthielten solche, aber von 40 geringerer Intensität. Vermutlich hat LEBER (1) diese oder ähnliche Stoffe bei seinen Versuchen vor sich gehabt. Bemerkenswert ist, daß die italienischen Aspergilleen und Penicillien nur im Sommer, nicht aber im Winter giftig sind, wie die italienischen Beobachter und OTTO übereinstimmend festgestellt haben. 45

Diese giftigen Aspergilleen und Penicillien spielen eine große Rolle bei einer viel studierten Vergiftungserscheinung, der schon auf S. 613 des Ersten Bandes besprochenem, in manchen südlichen Ländern unter der Landbevölkerung endemisch auftretenden Krankheit **Pellagra** (ital.: *pelle*, Haut, *agra*, rauh), die mit Sicherheit auf den anhaltenden 50

Genuß verdorbenen Maismehles zurückzuführen ist. Auch bei Tieren, die mit verdorbener Maisschlempe oder Abfällen der Maisstärkefabrikation gefüttert wurden, sind nach Fröhner (2) und Dragendorff (1) pellagraartige Erkrankungen beobachtet worden; vielleicht 5 gehört hierher auch ein von Masson und Grégoire (1) beschriebener Vergiftungsfall durch verschimmeltes Maismehl. Zuweilen treten zur eigentlichen Erkrankung sekundär noch Infektionen, z. B. nach Ceni (1) solche durch *Aspergillus fumigatus*, hinzu. Es spricht unter anderem sehr für Lombroso's (1) Deutung der Pellagra als chronisch verlaufender Intoxikation 10 durch Giftstoffe des verschimmelten Maises, daß nach Tuczek (1) nur in Südeuropa, wo der Mais häufig halbreif oder sehr feucht geerntet wird, die Pellagra bekannt ist, dagegen nicht in den ebenfalls viel Mais verzehrenden südlicheren Ländern. Verdorbener Mais ist mykologisch oftmals untersucht worden, so von Lombroso (2), Carraroli (1), Tirelli (1), Monti 15 und Tirelli (1), Tiraboschi (1). Man hat in ihm stets Vertreter der Gattungen *Penicillium* („*Penic. glaucum*" in mehreren Rassen), *Aspergillus*, (*Asp. fumigatus*, *Asp. niger*, *Asp. flavus*, *Asp. ochraceus* u. a.), *Mucor*, *Oospora* und andere Fadenpilze und Bakterien gefunden. Peglion (2) vermutet, daß auch ein auf Kastanien gefundenes giftiges *Penicillium* 20 zur Pellagra in Beziehung steht. Von Bakterien ist besonders der zuerst von Cuboni (1), später auch von Paltauf und Heider (1) u. a. in verdorbenem Maismehl gefundene *Bacillus Maydis* bemerkenswert, der zu der Gruppe des *Bacillus mesentericus* gehört und Mais stark zersetzt. Fossati (1) hat aus Maisbrot zwei pathogene Arten, einen 25 Streptokokkus und ein „*Bacterium coli*" gezüchtet. Tizzoni und Panichi (1) haben bei akut verlaufender Pellagra ein Bakterium gefunden, das bei Meerschweinchen pellagraartige Erscheinungen hervorrufen soll. Ueber die Rolle, die diese Pilze bei der Pellagra spielen, sind die Beobachter nicht einig. Daß manche der genannten Fadenpilze im Mycel und in 30 den Sporen Gifte enthalten sollen, wurde bereits erwähnt. In dem giftigen Maismehl und den Kulturen mancher „Rassen" von *Penicillium glaucum* haben Lombroso (2), Brugnatelli und Zenoni (1), Cortez (1), Grimaldi (1), Gosio (1), Antonini und Ferrati (1) u. a. verschiedenartige Gifte nachgewiesen, die teils narkotisch, teils strychninartig wirken, über deren 35 Natur man aber nichts Sicheres weiß und mit denen sich die Erscheinungen der Pellagra bei Tier und Menschen nur zum Teil erzeugen lassen. Neuerdings haben Bodin und Gautier (1) auch in etwa zweiwöchigen Kulturen von *Aspergillus fumigatus* in Lösungen mit 1 Proz. Pepton und 3 Proz. Glucose einen Giftstoff nachgewiesen, der bei kleinen 40 Tieren tetanische Krämpfe erzeugt und bei längerem Erhitzen der Kulturen auf 100—130 ^{0} C zerstört wird.

Die von Babes und Manicatide (1), Babes und Sion (1) und Serena (1) neuerdings gemachte Beobachtung, daß das Blut pellagröser Personen Antitoxine enthält und Kaninchen nach Behandlung mit 45 wässerigen Auszügen giftigen Maises ein bis zu einem gewissen Grade antitoxisch wirkendes Serum liefern, läßt als den Hauptgiftstoff der Pellagra ein echtes Toxin vermuten. Dafür spricht vielleicht auch die Beobachtung von Pellizzi und Tirelli (1), daß die Giftigkeit des Maises mit dem Eintritt wärmerer Jahreszeit abnimmt. Nicht unerwähnt sei, 50 daß von anderer Seite, z. B. von V. de Giaxa (1), auch die giftige Zersetzung des Maises im Darm als eine Ursache der Pellagra angesprochen wird. Ferner scheint nach den Untersuchungen von Bezzola (1) bei Meerschweinchen die andauernde Ernährung mit Mais auch bei

gleichzeitiger Darreichung anderen Futters Störungen der Darmtätigkeit und Erkrankungen der Haut zu bewirken, die sich in völligem Verlust der Haare äußern. Gesunder und verdorbener Mais verhielten sich dabei gleichartig. In feucht aufbewahrtem Cerealienmehl haben auch POEHL (1) und BALLAND (1) Ptomaine nachgewiesen, die durch Zersetzung des Klebers entstanden waren. Vielleicht sind die besonders in feuchten Jahren auftretenden Erscheinungen des Ergotismus nicht allein auf das unter solchen Umständen häufige Mutterkorn, sondern auch auf solche Gifte zurückzuführen.

Auch die nervösen Störungen, die durch das Taumelgetreide hervorgerufen werden, werden vielleicht durch Gifte von Saprophyten verursacht. Wenigstens spricht dafür die Angabe WORONIN's (1), daß diese Krankheitserscheinungen in Ostasien nur da auftreten, wo das Getreide ziemlich feucht aufbewahrt wird, während sie in benachbarten Gegenden fehlen, wo man für schnelles Trocknen und luftige Aufbewahrung sorgt. Auch hat neuerdings GABRILOWITSCH (1) in Kulturen des *Fusarium* von Taumelgetreide ein giftiges Glycosid von der Zusammensetzung $C_{22}H_{44}N_3O_6$ gefunden.

Die durch verschimmelte und durch Bakterien zersetzte Rübenschnitzel und Schlempe zuweilen hervorgerufenen chronischen und akuten Vergiftungen, die sich in Lähmungen, Krämpfen u. a. äußern, sind nach den Untersuchungen von ARLOING (1) und CORNEVIN (1) vermutlich häufig auf die von einigen nicht näher beschriebenen Bakterien erzeugten Ptomaine und Toxine zurückzuführen. Die bei längerer Verfütterung dieser Stoffe oft auftretenden Krankheitserscheinungen werden allerdings zum Teil auch durch andere Ursachen, wie hohen Gehalt an Säure, Kalisalzen, Cholin u. a., verursacht.

Auch in Fleischmehlen können, wie ein von GLAGE (1) mitgeteilter Fall beweist, durch saprophytische Bakterien, die in die fertigen Präparate gelangen, Toxine erzeugt werden. Ebenso hat ANDOUARD (1) aus giftigem Fleischmehl giftige Ptomaine dargestellt. Dagegen ist eine Vergiftung der Tiere durch Kadavermehle, die aus verfaulten oder an toxischen Infektionskrankheiten eingegangenen Kadavern hergestellt werden, nicht zu befürchten, da die etwa vorhandenen Giftstoffe durch die bei der Herstellung dieser Futtermehle angewendete hohe Temperatur zerstört oder durch die Verdünnung mit gesunden Kadavern unwirksam gemacht werden. GLAGE (1) hat bei der Verfütterung von Mehlen, die nur aus verfaulten Kadavern hergestellt waren, niemals Gesundheitsstörungen beobachtet, während das nichtsterilisierte Fleisch bei Schweinen Durchfall, toxische Exantheme und Schwäche, bei Mäusen und Ratten sogar den Tod verursachte. Erwähnt sei hier noch ein neuerdings von ZWICK (1) mitgeteilter Fall, daß Pferde nach Verfütterung von verdorbenem Heu an Infektion durch in ihm enthaltene Streptokokken zugrunde gingen.

Weniger sicher ist der Zusammenhang einiger häufigen Vergiftungen durch Kraftfuttermittel mit den Pilzen festgestellt. Dies gilt für die nach der Verfütterung des Baumwollensaatmehles, eines der meistverfütterten Oelkuchenmehle, früher oft, jetzt seltener beobachteten Erkrankungen. Diese bestehen vorwiegend in einer Entzündung der Nieren und des Darmkanals. Dazu treten Muskelschwäche, Lähmungen und Katarrhe. Bei Verfütterung großer Mengen ist der Verlauf der Krankheit akut, bei Verfütterung geringerer Mengen chronisch. Sieht man die zahlreichen in der Literatur beschriebenen Fälle durch, so gewinnt man den

Eindruck, daß wahrscheinlich unter dem Namen der Baumwollensaatmehlkrankheit eine Reihe von Erscheinungen mit ganz verschiedenen Ursachen zusammengebracht worden sind. Untersuchungen, die alle Möglichkeiten berücksichtigen, sind leider in keinem Falle angestellt worden. Die Tatsache, daß angeblich giftige Mehle bei weiteren Versuchen ohne Schaden verfüttert worden sind, läßt es sehr möglich erscheinen, daß die beobachteten Vergiftungen ganz andere Ursachen gehabt haben. Zum Teil dürften die Erkrankungen auf mechanische Störungen durch zufällig in die Mehle gelangte Eisenteile oder durch zu viele Schalen und Fasern zurückzuführen sein. Auch eine einseitige übermäßige Fütterung mit Kraftfuttermitteln mag zuweilen die Ursache von Erkrankungen werden. Daß derartige einseitige Fütterung für Tiere tödlich werden kann, zeigen u. a. die Versuche mit Kleie, Baumwollensaatmehl und Mais von GORDAN (2), SPIECKERMANN und BREMER (1) und BEZZOLA (1). Hierher gehört vielleicht auch die von MAERCKER (1) beobachtete Bildung von Blasensteinen bei der Verfütterung von Baumwollensaatmehl. Neuerdings hat GRAFE (1) bei Verfütterung von Erdnußmehl Aehnliches beobachtet. Andrerseits scheinen nach den Versuchen von CORNEVIN (2) und GAUTIER (1) die nicht-enthülsten Baumwollsamen zuweilen ein Gift zu enthalten. Nach TEREG soll in den Samen außer Cholin auch eine muscarinartige Base vorkommen. Vielleicht ist der Gehalt der Samen an diesen Stoffen zuweilen außergewöhnlich hoch. Möglich ist es auch, daß bei pathologischen Vorgängen im Tierdarm aus diesen Basen giftigere Stoffe (etwa Neurin) gebildet werden. Eine Beziehung zwischen dem Pilzgehalt der Baumwollensaatmehle und den Erkrankungen hat sich bisher nicht feststellen lassen. ZOPF (1), der einige angeblich giftige Mehle, die aber bei Probefütterungen nicht schadeten, untersucht hat, fand, daß ihr Gehalt an lebensfähigen Pilzen geringer war als der nicht-giftiger. Auch zwei von ihm aus den Mehlen gezüchtete Bakterienarten erwiesen sich bei der Verimpfung auf Tiere als nicht pathogen. Auch bei der Fäulnis des Baumwollensaatmehles scheinen im allgemeinen giftige Stoffe nicht zu entstehen. Wenigstens haben die von KÖNIG und SPIECKERMANN in Gemeinschaft mit OLIG (1) und KUTTENKEULER (1) ausgeführten Fütterungsversuche mit verschieden stark gefaultem Baumwollensaat- und Kokosnußmehl bei kleineren und größeren Tieren (Schafen, Ziegen) keine Schädigung ergeben. Ueber die reichliche Kasuistik der Baumwollensaatmehlkrankheit vergleiche man außer den früher genannten Handbüchern noch die Zusammenstellung von GEBEK (1).

Ebensowenig in ihren letzten Ursachen geklärt ist die nach der Verfütterung von Lupinen zuweilen aufgetretene sogen. Lupinose. Diese Krankheit, die schon in den sechziger Jahren, besonders stark aber seit 1873, vorwiegend bei Schafen auftrat, äußert sich ähnlich der Phosphorvergiftung. Es entsteht fettige Entartung der drüsigen Organe und des Herzens, akute gelbe Atrophie der Leber, im Anschluß daran oft Gelbsucht der Schleimhaut, Schwäche, Lähmungen. Bei akutem Verlauf tritt der Tod nach ein bis zwei, meist drei bis vier Tagen ein. KÜHN (1), LIEBSCHER (1) und ARNOLD und LEMKE (1) haben nachgewiesen, daß die Lupinose durch ein Gift erzeugt wird, das aus giftigen Lupinen durch Wasser ausgezogen werden kann und durch Alkohol aus der wässerigen Lösung gefällt wird. KÜHN und LIEBSCHER haben es Iktrogen, ARNOLD und SCHNEIDEMÜHL (1), die ein Verfahren zu seiner Reinigung ausarbeiteten, Lupinotoxin genannt. Ueber seine chemische

Natur ist nichts bekannt. Man weiß nur, daß es durch Dörren der Lupinen nicht, wohl aber durch Dämpfen bei einer Atmosphäre Ueberdruck zerstört wird. Auch über die Entstehung dieses Giftes in den Lupinen ist nichts Sicheres festgestellt. Daß es durch parasitäre Pilze erzeugt werde, die im Hinblick auf diese Krankheit besonders von Kühn (2), Sorauer (4), 5 Cohn (1) und Eidam (1) untersucht worden sind, ist ausgeschlossen, da dieselben Pilze auch an nicht-giftigen Lupinen vorkommen, andrerseits giftige zuweilen frei von Befallpilzen sind. Dagegen ist es wohl möglich, daß von ihnen stark befallene Lupinen auch mit gifterzeugenden Saprophyten stärker besetzt sind. Für diese Annahme sprechen 10 vielleicht die Erfahrungen der Praxis, daß besonders bei zu häufigem Anbau und damit zusammenhängender mangelhafter Ernährung die Lupinen giftig werden und daß nicht-giftige Lupinen es beim Lagern geworden sind. Unbeteiligt an der Lupinose sind die in den Lupinen von Natur enthaltenen Alkaloide, unter denen man das Lupinin, Lupi- 15 nidin, das nach Willstätter und Marx (1) Spartein sein soll, und Lupanin unterscheidet. Nach Löwenthal (1) wirken sie zwar in größeren Mengen lähmend auf die motorischen und Atmungszentren; doch haben diese Erscheinungen mit der Lupinose nichts zu tun. Auch ist der Alkaloidgehalt nach Krocker (1) zuweilen bei giftigen Lupinen 20 geringer als bei nicht-giftigen.

Eine weitere Vergiftung, bei der vielleicht Pilze im Spiele sind, ist die sogen. Buchweizenkrankheit, die bei der Verfütterung sowohl der grünen Buchweizenpflanzen wie auch des Samens beobachtet wird und sich in Entzündungen der Haut, besonders weißhaariger Tiere, und 25 in Krämpfen seitens des Zentralnervensystems äußert. Sicheres ist über die Ursache dieser Krankheit noch weniger bekannt.

Die Vergiftungen der Haustiere durch Futtermittel sind ein Gebiet der Gesundheitspflege, auf dem noch so ziemlich alles zu leisten ist. Eine baldige Inangriffnahme der vielen Fragen durch den Tierarzt, 30 Mykologen und Chemiker ist um so dringender zu wünschen, als die Erledigung von Anfragen nach dieser Richtung zu den alltäglichen aber auch unerquicklichsten Arbeiten der der landwirtschaftlichen Praxis dienenden Institute gehört.

Literatur

zum Kapitel Mykologie der Kraftfuttermittel.

*Achalme, Pierre, (1) Ann. Pasteur, 1902, Bd. 16, S. 632; 1903, Bd. 17, S. 79. *Albrecht, (1) Jahresber. d. tierärztl. Hochschule in München 1894/95. Leipzig 1896, S. 67; Berl. tierärztl. Wochenschr., 1902, S. 381; Deutsche landw. Presse, 1902, S. 541. *Andouard, A., (1) Ann. agronom., 1895, Bd. 21, S. 34. *Antonini und Ferrati, (1) Archivio di Psichiatria, scienze penali e antropologia criminale, 1903, Bd. 24. *Antze, Paul, (1) Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmakol., 1891, Bd. 28, S. 127. *Appel, Otto, und Gassner, Gustav, (1) Mitteilung. a. d. Kais. Biolog. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, 1907, Heft 3. *Appel, Otto, und Koske, F., (1) Arb. a. d. Kais. Biolog. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, Berlin, 1907, Bd. 5, S. 361. *Arloing, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1892, Bd. 115, S. 776. *Arnold, Carl, und Lemke, Carl, (1) Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin u. vergleich. Pathol., 1882, Bd. 7, S. 251. *Arnold und Schneidemühl, (1) Die Lupinenkrankheit der Schafe. 1884; ref. in Biedermanns Centralbl., 1884, Bd. 13, S. 32; 1885, Bd. 14, S. 105. *Atterberg, Albert, (1) Landw. Versuchsstationen, 1891, Bd. 39, S. 205. *Babes, V., und Manicatide, E., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1900, Bd. 131, S. 201. *Babes und Sion, (1) Hyg. Rundsch., 1901, Bd. 11, S. 848. *Balland, (1) Journ. de Chimie et de Pharmacie, 1885, S. 341. *Barthel, Chr., (1) Revue Générale du Lait, 1906, Bd. 5, S. 223. *Bechhold, (1) Z. f angew. Chem., 1899, S. 849. *Beijerinck, (1) Bot. Ztg., 1888, S. 749, und Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1906, Bd. 15, S. 372. — (2) Verhandelingen d. K. Akademie van Wetenschappen Amsterdam, 1903, Tweede Sectie, Deel I, Nr. 10. *Benecke, F., (1)

Landw. Versuchsstationen. 1887. Bd. 34. S. 145. ***Berndt,** (1) Tierärztl. Arzneibuch f. Studierende u. prakt. Tierärzte. Teil III: Toxikologie, von J. Tereg u. C. Arnold. Berlin 1892. S. 469. ***Bernheim,** H., (1) Münch. mediz. Wochenschr., 1888, S. 743. ***Bezzola,** Carlo, (1) Z. f. Hyg., 1907, Bd. 56. S. 75. ***Bienstock,** (1) Ann. Pasteur. 1906, Bd. 20, S. 407. ***Biffen,** (1) Annals of botany, 1899, Bd. 13, S. 363. ***Bodin,** E., und **Gautier,** L., (1) Ann. Pasteur. 1906. Bd. 20, S. 209. ***Bräutigam,** Walter. (1) Die Bakterien der Schlempe und Biertreber. Dissert., Leipzig 1886. ***Brefeld,** (1) Nachrichten aus d. Club d. Landwirte, 1903, S 4224. ***Brefeld,** O., und **Falck,** R., (1) In: Brefeld, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie, 1905, 13. Heft. ***Brümmer,** (1) In: Dammann (1). — (2) Landw. Versuchsstationen, 1894, Bd. 43, S. 369. ***Brugnatelli** und **Zenoni,** (1) Journ. de Pharmacie et de Chimie, 1878, 4. sér., Bd. 28, S. 41. ***Buchner,** H., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 5, S. 341. ***Burri,** R., (1) Centralbl. f. Bakt., 2 Abt., 1903, Bd. 10, S. 756. — (2) Hyg. Rundsch., 1894, Bd. 4, S. 339. ***Camus,** (1) Comptes rendus de la Soc. de Biologie, 1897, Bd. 49, S. 192. ***Cao,** Giuseppe, (1) Z. f. Hyg., 1900, Bd. 34, S. 282. ***Carraroli,** A., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1892, Bd. 12, S. 259; 1893, Bd. 14, S. 141. ***Ceni,** C., (1) Rivista sperimental. di Freniatria, 1903, Bd. 29, Heft 4, und Rivista pellagrolog. ital., 1902, Bd 28; 1903, Bd. 29; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., Ref., 1904, Bd. 35, S. 563; 1905, Bd. 37, S. 259 u. 401; 1907, Bd. 39, S. 562. ***Ceni,** C., und **Besta,** C., (1) Rivista speriment. di Freniatria, 1902, Bd. 28; 1903, Bd. 29; 1905, Bd. 31; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., Ref., 1904, Bd. 35, S. 575; 1905, Bd. 37, S. 258 u. 400; 1907, Bd. 39, S. 562 ***Chrzaszcz,** T., (1) W. f. Brauerei, 1902, Bd. 19, S. 590. ***Cohn,** (1) Bot. Ztg., 1878, Bd. 36, S. 173. ***Cohn** und **Eidam,** (1) Landw. Versuchsstationen, 1892, Bd. 41, S. 385. ***Connstein,** W., **Hoyer,** E., und **Wartenberg,** H., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1902, Bd. 35, S. 3988. ***Cornevin,** Ch., (1) Bull. de l'Assoc. des Chimistes, 1893, Bd. 10, S. 630. — (2) Ann. agronom., 1896, Bd. 22, S. 353. ***Cortez,** (1) Ref. in Dragendorffs Jahresb., 1878, Bd. 13, S. 615. ***Cuboni,** G., (1) Ref. in Justs Botan. Jahresb., 1886, Bd. 14, 1 Abt., S. 383. ***Czapek,** Friedrich, (1) Biochemie d. Pflanzen. Jena, 1905, Bd. 1, S. 131 u. 148. ***Dammann,** Carl, (1) Die Gesundheitspflege d. landw. Haussäugetiere. Berlin 1886. ***Delacroix,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1899, Bd. 129, S. 656. ***Diedicke,** H., (1) Centralbl. f Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 317; 1904, Bd. 11, S. 52. ***Dragendorff,** (1) Archiv der Pharmacie, 1878, 3. Reihe, Bd. 12, S. 207. ***Düggeli,** Max, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 602; Bd. 13, S. 56. ***Dunstan,** John, (1) Berl. tierärztl. Wochenschr., 1905, S. 7. ***Eidam,** (1) Bot. Ztg., 1878, Bd. 36, S. 174. ***Eijkman,** C., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 841. ***Emmerling,** A., (1) Landw. Wochenbl. f. Schleswig-Holstein, 1884, Bd. 34, S. 281. — (2) Landw. Versuchsstationen, 1898, Bd. 50, S. 5. ***Erdélyi,** J. R., (1) Zeitschr. d. allgem. österr. Apoth.-Vereins, 1904, Bd. 42, S. 1365. ***Eriksson,** Jacob, (1) Ref. in Justs Botan. Jahresb., 1883, Bd. 30, 1. Abt., S. 379. — (2) Z. f. Pflanzenkrankheiten, 1900, Bd. 10, S. 15. ***Eriksson,** Jacob, und **Henning,** Ernst, (1) Die Getreideroste. Stockholm 1896, S. 200, 423 u. 430. ***Fossati,** Guis., (1) Boll. d. Soc. med. e chirurg. Pavia, 1904, No. 3; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., Ref., 1905, Bd. 37, S. 260. ***Franck,** L., (1) Wochenschr. f. Tierheilkunde u. Viehzucht, 1866, Bd. 10, Nr. 46. — (2) Ebenda. 1867, Bd. 11, S. 37. ***Frank,** A. B., (1) Z. f. Pflanzenkrankheiten, 1893, Bd. 3, S. 28. — (2) Jahrbuch d. Deutsch. Landw.-Gesellsch., 1892; ref. in Z. f. Pflanzenkrankheiten, 1892, Bd. 2, S. 275. — (3) Die Krankheiten d. Pflanzen. 2. Aufl., 1896, Bd. 2, S. 291 u. 358. ***Freeman,** Edward Monroe, (1) Philosophical Transact. Roy. Soc. London, 1903, ser. B, Bd. 196, S 1. ***Fröhner,** Eugen, (1) Lehrbuch d. Toxikologie. 2. Aufl., Stuttgart 1901. — (2) Ebenda, S. 294. *Futtermittel des Handels. Herausgegeben durch d. Verband d. landw. Versuchsstationen im Deutschen Reich. 1906. ***Gabrilowitsch,** (1) Ref. in Biochem. Centralbl., 1907, Bd 6, S. 43. ***Garnier,** Ch., (1) Comptes rendus de la Soc. de Biologie, 1903, Bd. 55, S. 1490. ***Gautier,** D., (1) Deutsch. Zeitschr. f. Tiermediz. u. vergleich. Pathologie, 1886, Bd. 12, S. 377. ***Gebek,** (1) Landw. Versuchsstationen, 1893, Bd. 42, S. 279. ***Gérard,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1897, Bd. 124, S. 370. ***Giaxa,** V. de, (1) Annali d'Igiene speriment., 1903, Bd. 13. ***Glage,** (1) Monatshefte f. prakt. Tierheilkunde, 1903, Bd. 13. ***Gonnermann,** M., (1) Die Zuckerindustrie, 1901, Bd. 26, S. 457. ***Gordan,** Paul, (1) Landw. Versuchsstationen, 1904, Bd. 60, S. 73. — (2) Ebenda, S. 91. ***Gosio,** (1) Rivista pellagrolog. ital., 1903; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., Ref., 1903, Bd. 34, S. 104. ***Grafe,** (1) Berl. tierärztl. Wochenschr., 1902, S. 560. ***Grassberger,** R., und **Schattenfroh,** A., (1) Arch. f. Hyg., 1907, Bd. 60, S. 40. ***Griffiths,** A. B., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1892, Bd. 115, S. 321. ***Grimaldi,** Siro, (1) Staz. sperim. agr. ital., 1901, S. 952. ***van Hall,** H. C., (1) Hygienische Bladen. 1901. ***Hanausek,** T. F., (1) Ber. d. Deutsch. Bot Ges., 1898, Bd. 16, S. 203. ***Hartleb,** R., und **Stutzer,** A., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 81. ***Harz,** C. O., (1) Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiologie in München, 1899, Bd. 15, S. 36. ***Haselbach,** (1) Magaz. f. d. gesamt. Tierheilkunde,

1860, Bd. 26, S. 211. *Haselhoff, E., (1) Landw. Versuchsstationen, 1892, Bd. 41, S. 55. *Haselhoff, E., und Mach, F., (1) Landw. Jahrbücher, 1906, Bd. 35, S. 415. *Hauptfleisch, P., (1) Landw. Versuchsstationen, 1903, Bd. 38, S. 65. *Hecke, Ludwig, (1) Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich, 1904, Bd. 7, S. 61. — (2) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1905, Bd. 23, S. 248. *Heinrich, R., (1) Landw. Versuchsstationen, 1899, Bd. 51, S. 45. *Hellriegel, H., (1) Zeitschr. d. Vereins f. d. Rübenzucker-Industrie des Deutschen Reiches, 1884; ref. in Biedermanns Centralbl., 1885, Bd. 14, S. 93. *Herzfeld, A., (1) Zeitschr. d. Vereins d. deutsch. Zuckerindustrie, 1902, S. 207. *Hiltner, L., (1) Landw. Versuchsstationen, 1887, Bd. 34, S. 391. — (2) Arb a. d. Biolog Abt. am Kais. Ges.-Amt, 1902, Bd. 3, S. 1. — (3) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 881. — (4) Landw. Versuchsstationen, 1891, Bd. 39, S. 471. — (5) Bericht ü. d. Tätigkeit d. Kgl. Agrikulturbotan. Anstalt in München im Jahre 1906. — (6) Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, 1907, Bd. 5, S. 37. *Hoffmann, J. F., (1) W. f. Brauerei, 1896, Bd. 13, S. 1153. — (2) Blätter f. Gersten-, Hopfen- u. Kartoffelbau, 1900, Bd. 2, S. 432. — (3) Das Versuchskornhaus u. seine wissensch. Arbeiten. Berlin 1904, S. 202. *Hofmeister, Franz. (1) Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmakol., 1892, Bd. 30, S. 204. *Holdefleiss, (1) Der Landwirt, 1883, Bd. 19, S. 147. *Hoyer, E., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1904, Bd. 37, S. 1436. *Ippolito, G. d', (1) Staz. sperim. agr. ital., 1903, Bd. 36, S. 1009. — (2) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 13, S. 779. *Jatschewski, A. A., (1) Russki Wratsch, 1905, Bd. 4, S. 403; Chem.-Ztg., 1905, Bd. 29, Rep., S. 165. *Kirchner, O., (1) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1888, Bd. 6, S. 101. *Kitt, (1) Prakt. Blätter f. Pflanzenschutz, 1898, Bd. 1, S. 13. *Klebahn, H., (1) Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904, S. 72. *Klein, Karl, (1) Der Bierbrauer, 1892, Bd. 23, S. 1247; ref. in Biedermanns Centralbl., 1893, Bd. 22, S. 576. *Klein, O., (1) Zeitschr. f. angew. Chem., 1900, S. 635. *Kobert, Rudolf, (1) Lehrbuch d. Intoxikationen. Stuttgart 1893. *König, J., Spieckermann, A., und Bremer, W., (1) Z. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel usw., 1901, Bd. 4, S. 721. *König, J., Spieckermann, A., und Kuttenkeuler, H., (1) Z. f. Untersuchung d. Nahrungs- und Genußmittel usw., 1905, Bd. 11, S. 178. *König, J., Spieckermann, A., und Olig, A., (1) Z. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel usw., 1903, Bd. 6, S. 193. *Kosjatschenko, J., (1) Journ. f. experim. Landwirtschaft, 1903, S. 439. *Krocker, (1) Landw. Jahrbücher, 1880, Bd. 9, S. 27. *Krüger, Friedr., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 620. *Kruyff, E. de, (1) Bull. du Départment de l'Agriculture aux Indes Néerlandaises, No. 9, Buitenzorg 1907. *Kühn, Julius, (1) Ref. in Biedermanns Centralbl., 1881, Bd. 10, S. 180 u. 240; 1882, Bd. 11, S. 61. — (2) Ber. aus d. physiolog. Laborator. d. Versuchsanstalt d. landw. Instit. d. Univ. Halle, Dresden 1884, Bd. 1, Heft 2, S. 115. *Langer, J., (1) Z. f. Hyg., 1904, Bd. 47, S. 447. *Laxa, O., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 119. *Leber, Th., (1) Die Entstehung der Entzündung u. die Wirkung der entzündungerregenden Schädlichkeiten nach vorzugsweise am Auge angestellten Untersuchungen. Leipzig 1891. *Lehmann, K. B., (1) Arch. f. Hyg., 1889, Bd. 9, S. 350. *Lemcke, Alfred, (1) Landw. Versuchsstationen, 1901, Bd. 55, S. 181. *Lewin, B., (1) Lehrbuch d. Toxikologie. 2. Aufl., 1897, S. 407. *Liebscher, G., (1) Ber. aus d. physiolog. Laborat. d. Versuchsanstalt d. landw. Instit. d. Univers. Halle, Dresden 1884, Bd. 1, Heft 2, S. 53. *Lindau, G., (1) Sitzungsber. d. Königl. preuß. Akad. d. Wissensch. Berlin, 1904, S. 1031. *Lode, A., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 42, S. 107. *Loewenthal, Julius, (1) Ueber d. physiolog. u. toxikolog. Eigenschaften d. Lupinen-Alkaloide. Dissert., Königsberg 1888. *Lombroso, C., (1) Centralbl. f. mediz. Wissensch., 1876, Bd. 14, S. 228. — (2) Hyg. Rundsch., 1892, Bd. 2, S. 746. *Lopriore, G., (1) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1892, Bd. 10, S. 72; Landw. Jahrbücher, 1894, Bd. 23, S. 969. *MacFadyean, J., (1) Berl. tierärztl. Wochenschr., 1905, S. 218. *Maercker, (1) In: Ber. über d. XX. Plenarversammlg. des Deutsch. Landw.-Rates. Berlin 1902. *Masson und Grégoire, (1) L'ingénieur agricole de Gembloux, 1895, Bd. 5, S. 334. *Meusel, Eduard, (1) D.R.P. 149822 v. 11. 3. 1903. *Monti, A., und Tirelli, V., (1) Hyg. Rundsch., 1891, Bd. 1, S. 780. *Mostynky, (1) Journ. f. experim. Landwirtschaft, 1904, S. 132. *Nestler, A., (1) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1898, Bd. 16, S. 207. *Neubauer, H., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 652. *Neumayer, J., (1) Arch. f. Hyg., 1891, Bd. 12, S. 1. *Noack, Fritz, (1) Z. f. Pflanzenkrankheiten, 1905, Bd. 25, S. 193. *Otto, M., (1) Zeitschr. f. klinische Medizin, 1906, Bd 69, S. 322. *Paltauf, R., und Heider, A., (1) Wiener mediz. Jahrbücher, 1888, S. 383. *Papasotiriu, (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 204. *Passini, Fritz, (1) Z. f. Hyg., 1905, Bd. 49, S. 135. *Peglion, Vittorio, (1) Staz. sperim. agr. ital., 1903, Bd. 36, S. 198. — (2) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1906, Bd. 16, S. 250. *Pellizzi, G. B., und Tirelli, V., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 16, S. 186. *Pfeffer, W., (1) Pflanzenphysiologie, 1897, Bd. 1, S. 85. *di Pietro, (1) Annali d'Igiene speriment., 1902, Heft 2; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., Ref., 1903, Bd. 34, S. 104. *Poehl, A., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1883, Bd. 16, S. 1975. *Pott, Emil, (1) Handbuch d. tier.

Ernährung u. d. landw. Futtermittel. Berlin 1904. Bd. 1, S. 119. *Prillieux, (1) Bull. Soc. botan. de France, 1879, 2. sér., Bd. 1, S. 187. — (2) Comptes rend. de l'Ac., 1891, Bd. 112, S. 894. *Prillieux und Delacroix, (1) Bull. Soc. Mycologique de France, 1891, Bd. 7, S. 116; 1892, Bd. 8, S. 22. *Pusch, (1) Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin u. vergleichende Pathologie. 1893, Bd. 19, S. 381. *Rabinowitsch, Lydia, (1) Z. f. Hyg., 1896, Bd. 21, S. 11. *Rademaker, C. J., und Fischer, J. L., (1) Zeitschr. d. österr. Apotheker-Vereins, 1887, Bd. 41, S. 419; Americ. Journ. of Pharmacy, 1887, Bd. 18, S. 445. *Rahn, Otto, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 15, S. 422. *Ravn, F. Kölpin, (1) Z. f. Pflanzenkrankheiten, 1901, Bd. 11, S. 1. *Reichard, Albert, (1) Chem.-Ztg., 1897, Bd. 21, S. 21. *Reitmair, Otto, (1) Landw. Versuchsstationen, 1891, Bd. 38, S. 373. *Remer, W., (1) 80. Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vaterländ. Kultur, Breslau 1903, 2. Abt., S. 22. *Richter, Josef Stanislaus, (1) Allgem. Brauer- u. Hopfenztg., 1891, S. 67. *van Rijn, J. J. L., (1) Landw. Versuchsstationen, 1899, Bd. 52, S. 33. *Ritthausen, H., und Baumann, (1) Landw. Versuchsstationen, 1896, Bd. 47, S. 389. *Ritzema Bos, J., (1) Hygienische Bladen, 1901. *Rodella, A., (1) Ann. Pasteur, 1905, Bd. 19, S. 804. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 82. *Rostrup, (1) In: Eriksson u. Henning, Die Getreideroste, S. 240. *Rubner, M., (1) Arch. f. Hyg., 1900, Bd. 38, S. 67. *Rullmann, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 658. *Scala, A., (1) Staz. sperim. agr. ital., 1896, Bd. 29, S. 25. *Schattenfroh, (1) Arch. f. Hyg., 1903, Bd. 48, S. 77. *Schenke, V., (1) Landw. Versuchsstationen, 1903, Bd. 58, S. 36. — (2) Ebenda, S. 55. — (3) Ebenda, S. 9. *Schmidt, R. B., (1) Flora, 1891, Bd. 74, S. 300. *Schreiber, Karl, (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 328. *Schulze, B., (1) Die Haltbarkeit u. Bewertung d. Melassefuttermischungen. Berlin 1901. *Schwanhäuser, (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1891, Bd. 9, S. 100. *Schwartz, Georg, und Kayser, Heinrich, (1) Zeitschrift für klin. Medizin, 1905, Bd. 56, Heft 1/2; ref. in Biochem. Centralbl., 1904/5, Bd. 3, S. 755. *Serena, (1) Annali d'Igiene speriment., 1900, Bd. 1; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 448. *Sigmund, W., (1) Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien, math.-nat. Kl., 1890, Bd. 99, 1. Abt., S. 407. *Smith, Clinton D., (1) Michigan State Agric. Coll. Exper. Stat., Farm Department, Bull. Nr. 137. *Smith, Erw. F., (1) Proceedings of the Amer. Assoc. for the Advancement of Science, 1897, Bd. 46, S. 288. *Smith, Worthington G., (1) Gardener's Chronicle, Ser. 2, 1885, Bd. 24, S. 245. *Sommaruga, E. von, (1) Z. f. Hyg., 1894, Bd. 18, S. 441. *Sorauer, Paul, (1) Handbuch d. Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl., 1905, S. 11. — (2) Ebenda, 2. Aufl., S. 348. — (3) Ebenda, 3. Aufl., S. 56. — (4) Landw. Jahrbücher, 1880, Bd. 9, S. 24. *Sorokin, N., (1) Ref. in Justs Botan. Jahresb., 1891, Bd. 19, 1. Abt., S. 198. *Spieckermann, A., und Bremer, W., (1) Landw. Jahrbücher, 1902, Bd. 31, S. 88. *Staes, G., (1) Tijdschrift over Plantenziekten, 1898, Bd. 4, S. 118. *Stutzer, (1) Zeitschr. f. Zuckerindustrie, 1900, Bd. 50, S. 391. *Tereg, J., und Arnold, C., (1) Tierärztl. Arzneibuch f. Studierende u. prakt. Tierärzte. Teil III: Toxikologie. Berlin 1892. — (2) Ebenda, S. 474. *van Tieghem, M. Ph., (1) Bull. Soc. bot. de France, 1880, Bd. 27, S. 353; 1881, Bd. 28, S. 70. *Tiraboschi, C., (1) Annali di Botanica, 1905, Bd. 2, S. 137. *Tirelli, V., (1) Ref. in Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 16, S. 185. *Tissier und Gasching, (1) Ann. Pasteur, 1903, Bd. 17, S. 550. *Tizzoni, Guido, und Panichi, Luigi, (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., Orig., 1907, Bd. 44, S. 210. *Toyokichi, Kita, (1) Ueber die Mikroorganismen des gekochten Reises. Dissert., Leipzig 1903. *Tubeuf, Carl Freiherr von, (1) Pflanzenkrankheiten durch kryptogame Parasiten verursacht. Berlin 1895. — (2) Arb. a. d. Biol. Abt. am Kais. Ges.-Amt, 1901, Bd. 2, S. 350. — (3) Pflanzenkrankheiten etc., S. 428 u. 431. — (4) Arb. a. d. Biol. Abt. am Kais. Ges.-Amt, 1901, Bd 2, S. 284 u. 467. — (5) Ebenda, S. 40. *Tuczek, (1) Klin. u. anatom. Studien üb. d. Pellagra, 1893. *Vogl, A., (1) Zeitschr. f. Nahrungsmittel-Unters. etc., 1898, Bd. 12, S. 28. *Welte, (1) Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 24, S. 84. *Wigand, (1) Das Protoplasma als Fermentorganismus. Marburg 1888. *Willstätter, Richard, und Marx, Wilhelm, (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1904, Bd. 37, S. 2351. *Winkler, W., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 569. *Woronin, M., (1) Bot. Ztg., 1891, Bd. 49, S. 80. *Zellner, J., (1) Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien, math.-nat. Kl., 1906, Bd. 115, Abt. IIb, S. 119. *Zippel, (1) Zeitschr. f. Veterinärkunde, 1894, Bd. 6, S. 57. *Zoebl, A., (1) Allgem. Brauer- u. Hopfenztg., 1892, Nr. 106. *Zopf, W., (1) Beiträge zur Physiologie u. Morphologie niederer Organismen, 1. Heft, 1902, S. 57. — (2) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1889, Bd. 7, S. 94. — (3) Die Pilze. Breslau 1890, S. 170. *Zwick, W., (1) Zeitschr. f. Infektionskrankheiten etc. d. Haustiere, 1907, Bd. 2, S. 310.

(*Manuskript-Einlauf: 9. Dez. 1907.*)

22. Kapitel.

Die Haltbarmachung des Fleisches.

Von Dr. med. Eugen Rost,
Regierungsrat am Kaiserl. Gesundheitsamte und Privatdozent an der Universität zu Berlin.

§ 103. Das Fleisch vom anatomischen, chemischen und physikalischen Standpunkt. Die spontanen Veränderungen im Fleisch nach der Tötung der Tiere (Autolyse).

Mit „Fleisch“ sollen, da hierunter nach dem Sprachgebrauch des täglichen Lebens, der Gesetzgebung und der anatomischen Sonderwissen- 5 schaft verschiedenerlei verstanden wird, in Nachfolgendem nicht nur die Skelettmuskeln der Schlachttiere, sondern überhaupt die eßbaren Gewebe auch des Wildbrets, der Vögel, Fische usw. bezeichnet werden.

Die Skelettmuskeln, als Einheit im anatomischen Sinne betrachtet, stellen ein aus verschiedenen Teilen zusammengesetztes Gewebe 10 dar, dessen Grundlage die Muskelbündel sind, die infolge ihres Aufbaues aus Muskelfibrillen dem Muskel eine faserige Struktur verleihen. Die Muskelfasern mit halbweichem Inhalt sind von bindegewebigen Hüllen (Sarkolemm) umgeben, die Muskelbündel vom sogen. Perimysium. Infolgedessen tritt aus frischem Fleisch kein Fleischsaft aus. Bakterien 15 vermögen ohne weiteres nicht von der Oberfläche senkrecht in die Tiefe durch die verschiedenen Hüllen durch zu wandern; sie benutzen vielmehr diese, die Blut-, Lymphgefäße und Nerven führenden und untereinander zusammenhängenden Hüllen und Bindegewebsschichten als Bahnen zur Wanderung, insbesondere wenn das Bindegewebe sich lockert. 20

Die chemische Zusammensetzung der Muskulatur im frischen Zustand wechselt nicht nur nach der Tierart, der Rasse, dem Ernährungszustand und dem angewendeten Schlachtverfahren, von dem zufolge Kallner (1) insbesondere der Blutreichtum des Fleisches abhängig ist, sondern auch bei einem und demselben Tier nach den einzelnen Körper- 25 gebieten und nach der vor der Tötung erfolgten Inanspruchnahme der Muskeln. Irgendwie für die verschiedenen Verhältnisse zutreffende Durchschnittszahlen lassen sich nicht aufstellen. Im allgemeinen läßt sich folgendes sagen.

Die Muskeln sind ein äußerst wasserreiches Gewebe; der Gehalt 30 des Fleisches unserer Schlachttiere an Wasser beträgt im Durchschnitt etwa 75 Prozent. Durch Fütterung mit nasser Schlempe oder Zentrifugenmilch soll das Fleisch verwässert und damit für die Haltbarmachung weniger tauglich werden. Embryonales Fleisch, das bisweilen in ungesetzlicher Weise bei Fleischgemengen Verwendung findet, erweist sich 35 schon wegen seines bis zu 98 Proz. betragenden Wassergehalts zur Konservierung als ungeeignet. Fischfleisch enthält durchschnittlich 79—82 Proz. Wasser. Von den 25—20 Proz. festen Bestandteilen nehmen die weitaus größte Menge, etwa vier Fünftel, die Eiweißstoffe und die leimgebenden Stoffe ein; etwa 1,3 Proz. entfallen auf Mineralbestandteile 40 (Phosphate u. a.) und 1,9 Proz. auf Extraktivstoffe (Kreatin, Xanthin, Hypoxanthin, Phosphorfleischsäure). Für die Vergleichung verschiedener Fleischsorten muß in erster Linie der Fettgehalt berücksichtigt werden,

der durch Mästung der Tiere bis über 50 Proz. ansteigen kann. Einen guten Ueberblick über die verschiedene Zusammensetzung von Ochsenfleisch, insbesondere in seiner Abhängigkeit vom Fettgehalt, liefert nachstehende von Franz Hofmann aufgestellte Tabelle, deren 5 Zahlen Prozente angeben.

Ochsenfleisch		Fett	Wasser	Eiweiß	Asche
mager	Halsstück	0,9	77,5	20,4	1,2
	Lendenstück	1,1	77,4	20,3	1,2
	Schulterstück	1,3	76,5	21,0	1,2
fett	Halsstück	5,8	73,5	19,5	1,2
	Lendenstück	16,7	63,4	18,8	1,1
	Schulterstück	34,0	53,5	14,5	1,0

Die verschiedenen Fleischsorten verhielten sich in Beythien's (1) Untersuchungen folgendermaßen: Möglichst fettfrei gemachtes Rindfleisch wies bei 4,6—9,5 Proz. Fett auf: 70,4—74,0 Proz. Wasser, 19,0—21,9 Proz. Stickstoffsubstanzen und 1,0—1,1 Proz. Asche. Frisches Schweine-10 fleisch zeigte bei 14,4–3,4 Proz. Fettgehalt: 64,9—74,3 Proz. Wasser, 19,7—22,0 Proz. Stickstoffsubstanzen und 0,9—1,2 Proz. Asche. Schöpsenfleisch enthielt 5,7–6,1 Proz. Fett, 72,7—74,0 Proz. Wasser, 18,8—20,5 Proz. Stickstoffsubstanzen und 1,0—1,1 Proz. Asche. Im übrigen vergleiche man C. Voit (1), P. Petersen (1), Gautier (1), Atwater (1) und Wiley (2).

15 Die im Muskelplasma, der Flüssigkeit in den Sarkolemmschläuchen, gelösten Eiweißstoffe sind zur größten Hauptsache Myosin, das spontan, ähnlich dem Fibrin im Blut, gerinnt, und auf dessen Ausfällen und Unlöslichwerden nach dem Tode des Tieres die Totenstarre zurückzuführen ist; es koaguliert bei 47° C. Die außerdem sich findenden noch 20 nicht abschließend untersuchten Eiweißstoffe koagulieren bei etwa 56° C. Das Bindegewebe, die Gerüstsubstanz, setzt sich aus Albuminoiden zusammen, die in verdünnten Säuren nicht oder nur schwer löslich sind. Mit dem Altern der Tiere kann dieses Bindegewebe faserig werden, gewissermaßen verholzen. Ueber die Eiweißchemie der Muskeln gibt 25 O. Cohnheim's (1) kritisches Buch zuverlässigen Aufschluß. Das Fleisch enthält auch Glycogen (0,4—0,7 Proz.), am reichlichsten das Pferdefleisch; in Austern und Schnecken sind davon 2—4 Proz. enthalten.

Der Wasserreichtum, der hohe Gehalt an Eiweißstoffen und die Gegenwart von Phosphaten machen die Muskeln zu einem ausgezeichneten 30 Nährboden für viele Bakterien; man verwendet ja die aus den Muskeln gewonnene Bouillon als künstlichen Nährboden.

Eine wichtige physikalische Eigenschaft der Muskeln ist, daß sie im frischen Zustand ihr Wasser auch durch hohe Drucke nicht auspressen lassen. Unter allen Geweben des Körpers vermögen sie am 35 meisten Wasser aufzunehmen, sowohl, zufolge Engel's (1) Versuchen am Hund, beim Einfließenlassen von Wasser in die Blutadern des lebenden Tieres, als auch, zufolge Overton's Versuchen am Frosch, beim Einlegen des ausgeschnittenen Muskels in Wasser und Salzlösungen. Bald nach dem Schlachten zerkleinerte Muskeln vermögen ganz beträchtliche Mengen 40 Wasser zu binden.

Große praktische Bedeutung haben die allen eiweißhaltigen tierischen Geweben und Flüssigkeiten überhaupt und damit auch den Muskeln zu-

kommenden Eigenschaften erlangt, bestimmte, zur Eiweißdifferenzierung verwendbare biologische Reaktionen im Tierkörper auszulösen: die *Präcipitin-Reaktion* und die *komplementablenkende Wirkung* bei der Hämolyse. Für das Verfahren, die Fleischarten der verschiedenen Tierarten mit Hilfe der Präcipitin-Reaktion zu erkennen, sei außer auf die Angaben auf S. 116 des Dritten Bandes auch auf die Arbeiten von UHLENHUTH (1, 2, 3), WASSERMANN (1), SCHÜTZE (1), JES (1 u. 2) und R. KRAUS (1) verwiesen. Der von UHLENHUTH (3) und PFLÜGER (1) angegebene Nachweis von Pferdefleisch mit Hilfe dieser biologischen Methode gelingt aber nicht bei Fleisch, das gekocht ist, weil sich aus gekochtem Fleisch die zur Reaktion erforderlichen löslichen Eiweißstoffe nicht gewinnen lassen, wohl aber zufolge OSTERTAG (1) bei getrocknetem, gepökeltem und selbst faulendem Fleisch. Zur biologischen Eiweißdifferenzierung ist neuerdings die von M. NEISSER und H. SACHS (1) ausgearbeitete, auf Versuchen von GENGOU und MORESCHI beruhende komplementablenkende Wirkung bei der Hämolyse herangezogen worden, die nach gewissen Richtungen hin die biologische Eiweißanalyse mit Hilfe der Präcipitin-Reaktion übertreffen und auch geeignet sein soll, in der Nahrungsmittelkontrolle die Verfälschung mit Pferdefleisch nachzuweisen.

Für die Konservierung des Fleisches ist noch zu beachten, daß das Schlachtfleisch des Handels außer den Muskeln noch Bindegewebe, Fascien, Blut- und Lymphgefäße, event. Lymphdrüsen, Fett und in der Regel auch einen Teil der angrenzenden Knochen enthält. Ueber das Verhältnis dieser Teile zueinander geben FRIEDEL (1) und LICHTENFELT (1) Aufschluß; man vergleiche auch KITA (1). Die Kenntnis dieser Verhältnisse spielt auch bei dem nach Körperregionen oder in Hälften zerlegten, zur Konservierung gelangenden Fleisch wegen des Eindringens von Bakterien von den Schnittflächen, den mit den Händen angefaßten oder zum Aufhängen benutzten Knochen eine Rolle.

Von den übrigen Organen der Schlachttiere kommt für die Haltbarmachung zu Genußzwecken in größerem Umfang noch die *Leber* in Betracht, die früher auch in Deutschland vielfach zur Wurstbereitung aus dem Ausland bezogen wurde (Faßlebern). Nächst der Milz ist sie wohl das am schnellsten in Fäulnis übergehende Organ des tierischen Körpers, worüber OSTERTAG (1) zu vergleichen ist.

Ueber das Fleisch des Wildbrets, des Geflügels, der Fische usw. ist Besonderes hier nicht zu bemerken.

Bekanntlich wird das Fleisch, ausgenommen das des Geflügels und der empfindlichen Süßwasserfische, Krebse u. dergl., nur ausnahmsweise unmittelbar nach dem Schlachten gegessen, sondern in einem Zustand, in welchem es, meist nach tagelangem Hängen (im Kühlraum), als „altschlachten“, „abgehangen“ oder „tafelreif“ bezeichnet wird. Ueber die Ursachen der Zähigkeit vergleiche man K. B. LEHMANN (1), über frischgeschlachtetes Fleisch HLADIK (1). Nach der Tötung des Tieres machen sich im Fleisch fortschreitende Veränderungen in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften geltend. Die ursprünglich amphotere oder schwach alkalische Reaktion des frischen Fleisches geht infolge Milchsäurebildung in die sauere über, womit das Auftreten der Totenstarre und die Lösung der Muskelstarre sowie die Lockerung des Bindegewebes (s. S. 389) zusammenhängen; außerdem entfalten *Enzyme* ihre Wirkungen auf die Beschaffenheit des Fleisches, die als *Autodigestion* oder *Autolyse* bezeichnet werden. Das durch SALKOWSKI (1 u. 2), GAUTIER

und LANDI (1), JACOBY (1, 2, 3), und HEDIN und ROWLAND (1) unternommene Studium der Autolyse der herausgeschnittenen überlebenden Organe im allgemeinen (Leber, Milz, Lunge) und der Muskeln im besonderen wird voraussichtlich Licht in diese noch dunklen, aber praktisch sehr 5 wichtigen, ohne Bakterientätigkeit verlaufenden Veränderungen der Selbstverdauung (Reifung) des Fleisches bringen. Diese auf S. 117 des Dritten Bandes angedeuteten, zuerst von SALKOWSKI (1) systematisch studierten postmortalen Prozesse sind auch in den Muskeln verfolgt worden. Im Innern der Zellen befindlich, sind diese Enzyme vermutlich 10 die Ursache der spaltenden und oxydierenden Eigenschaften des Zellprotoplasmas und bewirken, wie während des Lebens des Gesamtorganismus auch nach dessen Tod, beim Absterben der Einzelzellen, die regressive Metamorphose; im wesentlichen ist es zufolge JACOBY (1 u. 3) eine Spaltung von Eiweiß unter Bildung von Aminosäuren (Leucin, 15 Tyrosin) und Nucleinbasen und ein Entstehen von Ammoniak, sowie die Umwandlung von festgebundenem Stickstoff in locker gebundenen, welche die Tätigkeit dieser intracellulären Enzyme kennzeichnen. Peptone entstehen hierbei überhaupt nicht, Albumosen nur in geringster Menge. Von einigen Forschern sind diese nicht als eigene proteolytische Enzyme, 20 sondern als die resorbierten Trümmer der Verdauungsenzyme angesehen worden. MATTHES (1) hat aber neuerdings bei Versuchen an Hunden nach völliger Wegnahme der Bauchspeicheldrüse (Pankreas) in der Leber Autolyse gefunden und dadurch wahrscheinlich gemacht, daß diese Enzyme jedenfalls der Leber eigene Enzyme, nicht aber aus dem Pankreas 25 stammende (Trypsin) sind. Daß die Reifung des Fleisches ein unabhängig von bakteriellen Einflüssen verlaufender fermentativer Prozeß ist, hat schon FORSTER (1) ausgesprochen und später mit PRESUHN (1) auch dadurch bewiesen, daß die auf das Fleisch fallenden Bakterien nur ganz allmählich (in 6 Tagen etwa 1 cm) in die Tiefe vordringen, während 30 die Reifung durch das ganze Fleischstück hindurchgeht. Auch NENCKI und SIEBER (1) haben bei vollkommenem Ausschluß von Bakterien eine Spaltung der Eiweißstoffe usw. in den Organen getöteter Tiere gefunden, die sie als fermentativ ansprachen. Schon HAUSER (1) hat im Jahre 1885 bei seinen Versuchen, Gewebe keimfrei ohne Anwendung von Des- 35 infizientien, aber in Berührung mit durch Watte filtrierter Luft zu erhalten, eine wesentliche Veränderung der Konsistenz beobachtet: die parenchymatösen Organe (Milz, Nieren) waren auffällig weich geworden, in geringerem Maße die muskulösen Organe. „Tierisches Gewebe erleidet bei jeglicher Fernhaltung von Spaltpilzkeimen, unter Zutritt der 40 atmosphärischen Luft, ... eine ähnliche regressive Metamorphose, wie Gewebe im lebenden Körper, welches infolge einfacher Ernährungsstörungen (ohne Einwirkung von Bakterien) der Nekrose verfällt." GAUTIER und LANDI (1) untersuchten Fleisch, das sie steril in Kohlensäure-Atmosphäre bei 2—40° C 35—84 Tage aufbewahrten und das 45 keimfrei blieb, auf chemische Veränderungen. Es zeigte nur geringe Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung, in der Farbe und im Geruch („Fermentation interne"). Bei 20° preßte es eine bis 18 Proz. betragende Flüssigkeit aus. JACOBY (1) hat die Beobachtung HAUSER's bestätigt. Stücke Hundeleber, steril entnommen und bei Brutschrank- 50 temperatur keimfrei aufbewahrt, veränderten sich in der Farbe, bedeckten sich mit Schaum und rochen eigentümlich wie zersetztes Eiweiß. Dennoch konnte die Keimfreiheit kulturell und mikroskopisch noch nach 72 Stunden Aufbewahrung nachgewiesen werden. Ueber den Ablauf der autolytischen

Prozesse bei niederen Temperaturen vergleiche man die Angaben im § 111.

§ 104. Die Infektion des Fleisches mit Bakterien.

Die Frage, ob das Fleisch gesunder Tiere während des Lebens frei von Keimen ist, hat eine fundamentale Bedeutung für das Konservieren des Fleisches; nach vielen irrigen Lehren und methodisch nicht einwandfreien Versuchen hat sie nun eine sichere Beantwortung gefunden. Aber merkwürdigerweise versucht man neuerdings wieder, an dieser mühsam errungenen Feststellung zu rütteln. Näher getreten ist man der Lösung der Frage, indem man erstens Muskeln, die unter Beobachtung besonderer Vorsichtsmaßregeln getöteten Laboratoriumstieren entnommen waren, oder zweitens das Schlachtfleisch im Innern, sowie endlich ganze Tiere auf den Keimgehalt untersuchte. Bei der Bearbeitung dieser Frage, die nur im Zusammenhang mit der Frage nach der Keimfreiheit der Organe des Körpers überhaupt betrachtet werden kann, sind teilweise die gleichen Versuchsfehler unterlaufen, wie sie im Ersten Band in der Einleitung bei der Schilderung der Entwickelung der Lehre von der Gärung besprochen worden sind.

Schon durch die grundlegenden Versuche RINDFLEISCH's, dem es gelang, frische Gewebsstücke von Tieren zu konservieren, und von TIEGEL, der Organe, in Paraffin getaucht, keimfrei erhalten konnte, war eine gewisse Klärung eingetreten. Ausschlaggebend waren die Versuche MEISSNER's, die ROSENBACH (1) veröffentlichte, HAUSER's (1) und J. VON FODOR's (1). Sie wendeten eine möglichst einfache, bis ins einzelne übersehbare Versuchsanordnung an. Die Entnahme der Organe und Gewebsstückchen erfolgte mit Instrumenten, die, in Alkohol aufbewahrt, unmittelbar vor dem Gebrauch durch die Flamme gezogen waren, die Aufbewahrung geschah in einfachen, mit einem Wattepfropf verschlossenen Glasgefäßen, in wenig Wasser liegend oder in Wasser vollständig eingetaucht. Trotz dieser für Bakterienentwickelung denkbar günstigen Aufbewahrungsbedingungen ließen sich, wie ROSENBACH berichtet, „ganze Nieren, Milzen, Pankreas und Leberstücke von Katzen und Kaninchen, ferner enthäutete Froschkeulen,“ sowie das Blut verschiedener Säugetiere, der Harn gesunder Menschen und die Milch gesunder Ziegen „in freier Berührung mit staubfreier atmosphärischer Luft 2—3 Jahre wohl erhalten aufbewahren, ohne Fäulnis und ohne Entwickelung von Organismen“. HAUSER kam auf Grund seiner exakten Versuche zu der Ueberzeugung, daß es im wesentlichen der Keimgehalt der Finger, Gefäße und Instrumente ist, der für das Auffinden von Bakterien in den Muskeln als Fehlerquelle anzuschuldigen war. Bei Muskeln und bei Stücken von Organen, die aus Kaninchen und Meerschweinchen entnommen worden waren, konnte er niemals, weder durch Kulturversuche noch durch mikroskopische Untersuchung und Färbung, Spaltpilze irgendwelcher Art nachweisen, obwohl die Gewebe entweder mit atmosphärischer Luft direkt (in Glasröhren eingeschmolzen) oder durch eine Watteschicht getrennt in Berührung waren und in Wasser oder Nährlösungen lagen. Des weiteren prüfte er auch die Gewebe bei Einleitung von Sauerstoff einerseits und von Wasserstoff und Kohlensäure andererseits (Anaerobe und Aerobe). Diese und FODOR's Versuche (s. S. 394) hatten dasselbe Ergebnis, zu dem auch NEISSER (1), FR. MÜLLER (1), DÜRCK (1), KLIMENKO (1)

und auch Ficker (1) gelegentlich anderer Versuche gelangten. Klimenko untersuchte gleichzeitig den Keimgehalt der Luft des Operationsraums: in ihr fanden sich *Microc. candicans, M. luteus* und *M. cinnabareus, Staphylococcus pyog. albus, St. p. aureus* und *St. p. citreus, Bac. pyocyaneus, Cladothrix dichotoma, Sarcina alba, S. flava* und *S. aurantiaca* und verschiedene Schimmelpilze. Ausnahmslos und in großer Menge waren vorhanden *Microc. candicans* und *Staphylococcus albus*. Durch diese Feststellung schaltete er eine große Fehlerquelle aus. Denn in denjenigen Fällen, wo die aseptisch entnommenen Organe Keime enthielten, waren es die genannten, die aus der Luft auf sie aufgefallen waren; vergl. hierzu auch auf S. 399 die Vorsichtsmaßregeln von Vaillard und von Pfuhl. Im übrigen stellt Ficker (1) eine Reihe von Forderungen auf, die unbedingt bei derartigen Untersuchungen einzuhalten sind, und beweist dadurch die Richtigkeit des Satzes „Methodik ist in der Bakteriologie alles“, dessen Nichtbeachtung der sicheren Beantwortung der hier gestellten Frage so schwere Hindernisse in den Weg gestellt hat. Die Gewebe waren an sich keimfrei.

Des weiteren wird diese Beobachtung durch die Untersuchung von Schlachtfleisch gestützt. Schon Gärtner (1) hatte nachgewiesen, daß Fleischstücke im Innern keimfrei sind (s. S. 400), und neuerdings hat Presuhn (1) an verschiedenen Proben von Fleisch, das dem Schlächterladen entnommen worden war, den gleichen Befund erhoben. M. Müller (1) erwähnt einen Versuch Schmidt-Nielsen's, wobei das Fleisch eines etwa 14 Tage im Eisschrank aufbewahrten Karpfens im Inneren vollkommen keimfrei war, während im übrigen (Oberfläche, Umgebung des Darms) der Karpfen schon verdorben war. Auch auf die auf S. 417 des Dritten Bandes erwähnten interessanten Experimente von Schottelius (1 u. 2) an Hühnern ist hier hinzuweisen. Dieser Forscher konnte unter aseptischen Verhältnissen ausgebrütete Hühnchen bis zum 17. Lebenstage keimfrei aufziehen und bei der bakteriologischen Prüfung des ganzen Tierkörpers nachweisen, daß die Hühnchen weder im Darm noch sonst in den Organen oder auf der äußeren Oberfläche des Körpers Bakterien enthielten. So gilt also ohne Einschränkung der Satz, daß bei lebenden gesunden Tieren die Gewebe, das Blut und die Lymphe keimfrei sind.

Wie bei der Erforschung der Gärungvorgänge hat man aber auch bei dieser Sonderfrage nach der Keimfreiheit der Gewebe die frühere Anschauung wenigstens für einige besondere Verhältnisse zu retten versucht. Wenn auch normale Tiere während des Lebens im Blute Keime nicht enthalten, so sollten sie doch, wenn sie gehetzt oder vor dem Schlachten stark getrieben werden, infolge des gewaltsamen Atmens Keime (Eiterkokken), die sich in den Lungenwegen vorfinden können (s. S. 396), durch die Lungen ins Blut einsaugen. Diese sollen allerdings sehr schnell im Blute absterben; immerhin wäre aber eine Infizierung der Gewebe während des Lebens möglich, wenn eine solche Einatmung von Keimen tatsächlich stattfände. Auch sollten sich bei Tieren, die durch Erdrosseln getötet worden sind, Bakterien im Blute vorfinden. Dem Anscheine nach stehen diese Ansichten in Verbindung mit den Anschauungen, die Fodor im Jahre 1886 ausgesprochen hat, die aber unhaltbar sind. Fodor (1), der die richtige Beobachtung machte, daß Blut von lebenden, eben geschlachteten und selbst längere Zeit gelegenen Tieren (Kaninchen) keimfrei gefunden wird, behauptete, daß der tierische Organismus ununterbrochen Bakterien aufnimmt, die z. B. von den

Lungen aus sehr rasch in das Blut eintreten sollen. Diese, ebensowie die im Experiment in ein Blutgefäß eingespritzten Bakterien, würden aber vom Blut lebender Tiere rasch getötet, wobei gesunde, starke Tiere die Bakterien in höherem Maße vernichten sollen, als schwächliche, hungernde, frierende Tiere. Es hat sich aber für diese Behauptungen keinerlei beweisende Tatsache erbringen lassen. Die in den Lungenwegen etwa vorhandenen Keime wandern ebensowenig in das Körperinnere über wie die in den sonstigen als Einstülpungen in den Körper zu denkenden Ausführgängen des Harn- und Geschlechtsapparats, der Milchdrüse usw. vielfach vorgefundenen Bakterien. Das Vorhandensein von Bakterien an diesen Stellen hat keinerlei Bedeutung für die vorliegende Frage; diese Keime sind gewissermaßen außerhalb des Körpers. Denn das Innere des Organismus beginnt erst da, wo dieses von der Außenwelt durch eine trennende Gewebsschicht abgeschlossen ist, in den Lungen an den Lungenbläschen (Alveolen), in den Harnausführgängen in den secernierenden Epithelien der Niere, in der Milchdrüse in den Drüsenzellen. Alles, was diesseits dieser Trennungsschichten liegt, ist als mit der Außenwelt offen verbunden zu betrachten. Infolgedessen können die Ausführungsgänge der Drüsen, die Lungenwege, die Sekrete (Milch, Harn) durch Einwanderung von Keimen von außen her infiziert werden; in das Körperinnere treten sie nicht über und können deshalb unter normalen Verhältnissen das Fleisch nicht infizieren.

Eine große Anzahl von Forschern hat sich mit der Frage beschäftigt, ob die Bakterien des Darms die Darmwand des lebenden Tieres zu durchdringen und damit in die Gewebe und in die Säfte des Körpers zu gelangen vermögen, so Opitz (1), Neisser (1), Marcus (1), Schott (1) und Wrzosek (1). Erst neuerdings wieder hat Klimenko (1) mit scharfer Kritik diese Frage geprüft; nach ihm ist die „unverletzte Darmwand vollkommen gesunder Tiere für Mikroorganismen undurchgängig.“ Eine Durchwanderung der gesunden, unverletzten Darmwand hält er auf Grund seiner Versuche höchstens bei kranken Tieren für möglich. Da aber bei den kleinen Versuchstieren (Hunden, Kaninchen, Meerschweinchen) die Darmwand sehr häufig durch Darmparasiten und andere mechanische Schädigungen verändert ist, wie auch er bestätigt fand, so kann bei solchen Tieren eine Durchwanderung derselben durch Bakterien wohl stattfinden. Ficker (1) ist dagegen, ebenfalls unter Anwendung einer sehr sorgfältig durchdachten Versuchsmethodik und bei Benutzung von Anreicherungsverfahren zum Nachweis der Bakterien, zu folgenden Ergebnissen gelangt: Bei einmaliger Verabreichung von *Bac. prodigiosus* im Futter an Hunde und Katzen waren niemals im Blut oder in den Organen die verfütterten Keime nachzuweisen, dagegen zeigten Blut und Organe von drei unter acht Kaninchen, die mit *Bac. prodigiosus* oder mit *Bac. Kiliensis* gefüttert worden waren, diese Keime. Wurden aber Suspensionen dieser Bakterien saugenden Kaninchen, Hunden oder Katzen durch den Mund beigebracht, so waren die verfütterten Keime innerhalb der Verdauungszeit in Organen oder im Blut aufzufinden. Ja sogar der unbewegliche Blindschleichen-Tuberkelbazillus fand sich bei Verfütterung an Kaninchen innerhalb der Darmzotten. In besonderen Versuchen zeigte sich, daß die Schleimhaut des oberen Teils des Dünndarms, nicht aber des Magens, für *Bac. prodigiosus* durchlässig war. In diesen Versuchen wurden also bei Einführung von großen Mengen von Bakterien in Reinkulturen in den Magen bei den Tieren nach der Tötung vereinzelt in den Lymphdrüsen des Darms, in

der Leber, die durch den Gallenausführgang und die Gallenwege in offener Verbindung mit dem Darminnern steht, und ebenfalls vereinzelt in einigen anderen Organen mit Hilfe von Anreicherungsverfahren usw. die verfütterten Bakterien gefunden, nicht aber in der Skelettmuskulatur. 5 Demgegenüber steht aber die an nicht behandelten gesunden Schlachttieren und Laboratoriumstieren so oft festgestellte Tatsache, daß die Organe keimfrei, insbesondere aber die Muskeln keimfrei sind. So wichtig an sich derartige Versuche sind, so können sie nur für die genannten Tiere und unter den eingehaltenen Versuchsbedingungen Geltung 10 haben. Vielmehr müssen hier die vorher besprochenen Feststellungen ausschlaggebend sein, umsomehr als die Keimfreiheit der Gewebe im Innern jedes lebenden gesunden Tieres wohl als die Grundlage des normalen Lebens betrachtet werden muß.

Da nun der Verdauungskanal fast in allen Fällen Bakterien enthält 15 und auch die Lungenwege vielfach keimhaltig sind, ist die Frage vielfach bearbeitet worden, ob das Fleisch gesunder Tiere etwa nach der Tötung, bevor eine Ausweidung erfolgt, oder in den Fällen, in denen, wie bei Wildbret und Geflügel, die Aufbewahrung in nicht eröffnetem Zustand üblich ist, von diesen Stellen aus infiziert werden kann.

20 Betrachten wir also zunächst den **Keimgehalt** der **Luftwege** und der **Lungen**. H. Dürck (1) fand bei Untersuchung der Lungen von fünfzehn größeren Schlachttieren nach der Tötung nur einmal den beschickten Nährboden steril, in den übrigen vierzehn Fällen konnte er pathogene Keime nachweisen. Bei Untersuchung von Lungenstückchen 25 fand er, daß in den kleinen Bronchien bezw. Lungenbläschen bei zehn Schweinen enthalten waren: zweimal *Diplococcus pneumoniae*, achtmal Friedländer's Pneumoniebazillus, zehnmal ein nicht näher bezeichneter Bazillus, viermal eine Sarcinenform, während bei den übrigen Tieren (ein Pferd, zwei Ochsen, ein Kalb) vorhanden waren: einmal *Diplococcus*, 30 zweimal *Streptococcus pyogenes*, einmal *Streptococcus pyogenes albus*, zweimal *Bacterium coli commune*, zweimal *Sarcina* (*alba* u. *flava*). Auch Th. Barthel (1) stellte unter Hauser's Leitung fest, daß bei Kaninchen nur teilweise, bei Hunden die Luftwege niemals frei von Bakterien (verflüssigende und nicht-verflüssigende in großer Zahl) waren. Drei Ka-35 ninchen und zwei Hunden wurden rasch nach dem Tode nach Wegnahme der vorderen Brustwand möglichst viele und große Stücke von den peripher gelegenen Teilen der Lunge sowie von den Bronchien steril entnommen und schnell in Röhrchen mit Bouillon und flüssiger Gelatine gebracht.

40 Den Versuchen von Dürck ist entgegengehalten worden, daß bei den Schlachttieren infolge des langen Todeskampfes durch krampfhaftes Atmen oder infolge herabfließenden Speichels und Schleims Bakterien selbst in die untersten Luftwege gelangt sein könnten. Insbesondere hat Fr. Müller (1) gegenüber Dürck auf die unter seiner Leitung aus-45 geführten Versuche von Klipstein, Göbell und Nebelthau hingewiesen, wonach bei kleineren Tieren (Kaninchen, Katzen, Meerschweinchen) Trachea, Bronchien und Lungenstücke in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle steril waren. Diese Beobachtung Müller's ist zusammen mit dem Befund der Sektionen von plötzlich verstorbenen oder einem von 50 Emmerich (1) untersuchten hingerichteten Menschen, deren Luftwege frei von Keimen waren, von Wichtigkeit. Für die vorliegenden Betrachtungen sind aber Dürck's Feststellungen an Schlachttieren maßgebend. Konform mit Dürck's Beobachtungen laufen übrigens auch die

neueren Versuche Boni's und Quensel's. Boni (1) fand nur bei etwa 30 Proz. der von ihm untersuchten Schweine die Luftwege keimfrei, und Quensel (2) konstatierte häufig Bakterien in den Luftwegen und in den Lymphdrüsen gesunder großer Tiere (Schafe, Kälber, Pferde, Schweine), denen er auf dem Schlachthof nur wenige Minuten nach dem Tode Lungenstückchen und Drüsen entnommen hatte.

Ueberdies darf angenommen werden, daß die in die Bronchialäste gelangenden Keime dort abgetötet werden, und zwar vielleicht durch baktericide Stoffe, nicht aber allein etwa durch Fortschaffung durch die Lymphwege. Wäre letzteres der Fall, so hätte in L. Paul's Versuchen die der Einwirkung der Siedehitze und der stärksten chemischen Desinfektionsmittel stundenlang widerstehenden Sporen des *Bac. subtilis* ebenso schnell fortgeschafft werden müssen wie der *Bac. prodigiosus*. Bei etwa gleichgroßen und gleichbehandelten Kontrolltieren war aber nach 10—20 Stunden wohl die Zahl der eingeatmeten Zellen des *Bac. prodigiosus* sehr vermindert, nicht aber die der Sporen des *Bac. subtilis*. Neuerdings hat Ficker (2) bei saugenden Kaninchen und Meerschweinchen in sechs Fällen durchgehend die mittels eines Verstäubers verstäubten Bazillen jedesmal im Blut und zweimal in der Leber wiedergefunden.

Es darf nicht übersehen werden, daß mit der bakteriologischen Untersuchung der Lungenstückchen nur der Beweis erbracht ist, daß in einer Reihe von Fällen die feinsten Luftwege und die Lungenbläschen Spaltpilze enthielten, nicht aber daß die Keime bereits durch die trennende Scheidewand in das Lungengewebe und damit in das Innere des Körpers übergetreten sind. Es liegt also keinerlei gesicherte Beobachtung vor, daß das Fleisch der geschlachteten Tiere im nicht-ausgeweideten Zustand von der Lungeninnenfläche her etwa infiziert werden könnte.

Die **Bakterienflora** des **Darms** und die Bedeutung der Darmfäulnis für den Keimgehalt des Fleisches soll nun auch erörtert werden. Schild (1) konnte nachweisen, daß der Mastdarminhalt neugeborener Menschen erst 4—20 Stunden, in der Regel 10—17 Stunden nach der Geburt infiziert wird, und zwar selbst dann, wenn keine Nahrung gereicht wurde, vom Munde und vom After aus (Luft, Badewasser u. dergl.). Unter den vorgefundenen Bakterien waren auch peptonisierende Keime. Schon Pasteur hatte sich mit dem Gedanken getragen, junge Tiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Hunde, Hühner) von der Geburt ab mit reiner, d. h. vollständig keimfrei gemachter Nahrung zu füttern und in einem keimfreien Raum keimfreie Luft atmen zu lassen, ohne aber die Absicht in die Tat umzusetzen. Nencki (1) hat ihre Ausführung befürwortet. Erst Nuttall und Thierfelder (1 u. 2) brachten sie zur Verwirklichung. Unter aseptischen Vorsichtsmaßregeln durch Bauch- und Uterusschnitt geborene Meerschweinchen enthielten in ihrem Darm keine Bakterien, ebenso wenig auch die später von Schottelius (1 u. 2) steril aufgezogenen Hühnchen.

Die im Darm der Tiere sich vorfindenden Bakterien gelangen also erst nach der Geburt in diesen hinein, hauptsächlich mit der Einführung der Nahrung. Die erste Stelle nimmt das *Bacterium coli commune* unter den Darmbakterien ein. Ueber die Rolle, welche diese Spaltpilzart und die übrigen Darmbakterien im Darm spielen, gehen die Ansichten der einzelnen Forscher auseinander; vergl. Bd. III, S. 417. Von einer Reihe von Autoren, so neuerdings wieder von Ballner (1) und Rolly und Liebermeister (1), werden die Arten aus dem Verwandtenkreise des *Bact. coli commune* noch immer als obligate Darmbakterien (Eigenflora des Darmkanals)

den fakultativen oder wilden Bakterien gegenübergestellt, die mit der Nahrung eingebracht worden sind und bei ihrem Durchgang durch den Magen, den Dünn- und den Dickdarm durch baktericiden Einfluß zum Teil vernichtet werden. Steht diese Anschauungsweise schon nicht im Einklang mit den vorerwähnten Forschungen SCHILD's, NUTTALL's und THIERFELDER's sowie SCHOTTELIUS', so scheint sie endgültig als nicht zutreffend durch die umfassenden Feststellungen LEVIN's (1) widerlegt zu sein, nach denen die Bakterienflora des Darms in der Tierwelt dem Bakteriengehalt der Nahrung und des Wassers entspricht, die die Tiere aufnehmen oder in dem sie leben. Bei der vergleichenden Untersuchung von Tieren arktischer Zonen mit solchen nicht-arktischer Gegenden (124 Säugetiere, 339 Vögel, 17 Fische und andere Seetiere, gelegentlich der NATHORST'schen Polarexpedition 1898, der schwedischen Grönlandexpedition 1900 und von der östlichsten Außenschäre bei Stockholm entnommen) fand LEVIN, daß der Darminhalt arktischer Vögel sich in mehr als doppelt soviel Fällen steril erwies als bei den an den Schären bei Stockholm gefangenen Vögeln. Das *Bact. coli commune* wurde bei arktischen Vögeln nur halb so oft angetroffen als bei den letztgenannten. In 288 Fällen (60 Proz.) sämtlicher untersuchten, von tierischer, pflanzlicher oder gemischter Nahrung lebenden Tiere war der Darminhalt frei von Bakterien, in 385 Fällen (82,44 Proz.) war das *Bact. coli commune* nicht vorhanden. Nach diesen umfangreichen Untersuchungen bestimmt die Nahrung und die Umgebung, in der das Tier lebt, den Bakteriengehalt des Darms. Bei der Verdauung der Nahrung kann demnach den Bakterien eine wichtige Rolle im Darm nicht zukommen. Für die Fische ist das die Keime führende Mittel das Meerwasser. Ueber dessen Bakteriengehalt hat neuerdings wieder R. O. NEUMANN (1) Untersuchungen angestellt. Auch die Beobachtung NUTTALL's und THIERFELDER's (2), daß die keimfrei geborenen Meerschweinchen, obwohl sie in dem einen Fall mit einer einen Kartoffelbazillus in reichlichster Menge enthaltenden Milch ernährt wurden, doch keimfrei blieben, ist in dem eben besprochenen Sinne zu deuten. Demgegenüber können die Ergebnisse der Versuche von SCHOTTELIUS an Hühnern, von METSCHNIKOFF an Kaulquappen, worauf auf S. 417 des Dritten Bandes hingewiesen wird, und von MORO (1) am Laich der Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*) nichts weiter lehren, als daß bei diesen Laboratoriumsversuchen die angewendeten Tiere sich nicht entwickelten. Trotz der Ausdehnung des Versuchs am Krötenlaich auf 34 Tage beweisen diese Befunde nicht, daß die Anwesenheit von Bakterien für das Gedeihen und die Ernährung der Tiere überhaupt erforderlich ist. Endlich sind die Verdauungsenzyme (Pepsin, Trypsin, Erepsin usw.) nach den neuen Untersuchungen völlig ausreichend, die Verdauung der Nahrung durch Aufspaltung der Eiweißstoffe bis zu kristallinischen Endprodukten (Aminosäuren usw.) zu bewirken. Die Anschauung PASTEUR's, die soviel Anklang gefunden hat, entbehrt demnach einer sicheren Unterlage.

Die wichtigsten der im Darm beobachteten Bakterien sind im § 23 des Dritten Bandes beschrieben; vergl. hierzu auch PASSINI (1). Im übrigen sei in betreff der Darmfäulnis und ihrer physiologischen Bedeutung auf D. GERHARDT's (1) Abhandlung verwiesen, die 344 Arbeiten berücksichtigt.

TROMBETTA tötete Tiere durch Kopfschlag und bewahrte sie im Eisschrank oder im Zimmer oder im Brutschrank auf, sezierte sie nach verschiedener Zeit und legte Agarstichkulturen an. Die Frage, ob es einen

Zeitpunkt gibt, bis zu welchem weder die Organe noch das Blut von Fäulnisbakterien befallen sind, beantwortete er dahin, daß es für ganz gesund getötete Tiere eine solche Grenze gibt. Organe und Blut waren keimfrei:

bei der Temperatur des	Mäuse	Ratten	Kaninchen
Eisschrankes (0—4°) . .	22 Std. lang	20 Std. lang	20 Std. lang
Zimmers	19 „ „	18 „ „	16 „ „
Brutschranks (35°) . . .	5 „ „	5 „ „	6 „ „

Die Fäulnis selbst trat unregelmäßig auf, bald wurden die Bauchorgane (Leber, Milz), bald das Blut zuerst ergriffen, manchmal auch die Lungen. Die Bakterien „stammen größtenteils aus dem Darmkanal, breiten sich durch die Wand aus, vermehren sich, dringen in die Organe, das Blut und die Gewebe ein . . .“ (TROMBETTA). Die Lendenmuskeln (Ileopsoas) sollen wegen ihres lockeren Gefüges sehr schnell der Fäulnis verfallen.

In PRESUHN's (1) Versuchen enthielt der Ileopsoas von Kaninchen, die nach dem Verbluten aus den Carotiden vier Tage lang im Fell belassen und unausgeweidet an einem kühlen Orte hingen, keine Bakterien. Doch ist dieser Muskel wohl deswegen ein nicht sehr geeignetes Objekt, weil er mit einer straffen, festen Fascie bedeckt ist. Wenn im Blut menschlicher Leichen viele Stunden und Tage lang nach dem Tod fast ohne Ausnahme Bakterien gefunden werden, so neuerdings durch DEHMEL (1), so darf aus diesem Befund nicht ohne weiteres auf die Infizierung der inneren Organe und besonders der Muskeln der Schlachttiere geschlossen werden.

Eine klare Vorstellung über die Wege, auf denen beim getöteten, aber nicht eröffneten Tier Keime vom Darmkanal durch die Darmwand hindurch in die Muskeln vordringen können, ist aber auch durch diese Versuche noch nicht gewonnen. Bei den üblichen Schlachtverfahren ist eine Infektion des Fleisches vom Darm her infolge Einwanderns von Bakterien schon wegen der Kürze der Zeit, während der die Schlachttiere unausgeweidet bleiben, ausgeschlossen. Im allgemeinen wird das an sich keimfreie Fleisch unserer Schlachttiere beim Schlachten, Aufbewahren und Transportieren durch Außeninfektion keimhaltig. Als Hauptinfektionsquellen sind der Inhalt des Darms anzusehen, der bei der Herausnahme aus der Bauchhöhle häufig angeschnitten wird und so die Muskulatur des ausgeweideten Tiers infiziert, ferner die Berührung mit der keimhaltigen Luft, mit den Händen des Schlachtenden, den Messern usw. Wird z. B. das Schlachtmesser in das Fleisch eingestochen, so kann schon in einem frühen Stadium der Schlachtung eine Tiefeninfektion stattfinden. Außerdem haften, wie PFUHL (1) bemerkt, am Fell und an den Füßen der Schlachttiere sporentragende Erdbakterien, die beim Schlachten auf das Fleisch gelangen können, und beim Hängenlassen der geschlachteten Tiere zum Zwecke der Abkühlung können beim Betauen der Fleischoberfläche Keime aus der Luft auf das Fleisch mit dem sich kondensierenden Wasser gelangen. Wird das Fleisch mit Wasser abgespült, so ist eine Quelle der Infektion gegeben, da im Quell- und Brunnenwasser sich *Bac. fluorescens liquefaciens* vorfindet. TUMPOWSKI (1) hat bei der Untersuchung von acht Sorten Fleisch (Rindfleisch,

Schinken, Cotelettes, Wurst) in Fleischerläden in Lodz das Fleisch mit *Proteus vulgaris*, *Bacillus mycoides*, *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus albatus*, *Bac. fluorescens liquefaciens*, *Micrococcus tetragenus*, *M. albatus* und verschiedenen *Sarcina*-Arten infiziert gefunden. In der Luft des Schlachthauses wies er sogar den *Diplococcus pneumoniae* FRAENKEL nach. ULRICH (1) hat den Bakteriengehalt von vierzig Proben in Zürich auf dem Markt gekaufter lebender oder frisch getöteter Süßwasserfische und von einigen wenigen Seefischen untersucht. Die Zahl der Bakterien des rohen Fischfleisches, so wie es zur Verwendung in der Küche gelangt, war schon bei gewöhnlicher Temperatur nicht unbeträchtlich und nahm bei höherer Temperatur sehr merklich zu. Es überwogen die die Gelatine verflüssigenden Colibakterien die Proteusgruppe. Die drüsigen Organe unterliegen der bakteriellen Zersetzung besonders schnell; so hat PRESUHN schon wenige Stunden nach dem Schlachten die Leber verschiedener Tiere stark bakterienhaltig, die Milz und die Nieren in geringerem Grade infiziert gefunden.

Ueber die Art, wie die Keime von der Oberfläche in das Innere des frei im Tierkadaver liegenden oder herausgeschnittenen Fleisches vordringen, hatte schon früher FRISCH (1) Versuche gemacht; er hat an einem Stück quergestreiften Muskels, das einer frischen menschlichen Leiche entnommen war, die Infektion des Muskels von der Oberfläche aus und die langsame Einwanderung von Bakterien in die Tiefe zwischen die Fibrillen und in die Muskelfasern selbst, sofern diese zerfielen, beschrieben. GÄRTNER (1), der durch faulendes, stinkendes Schlachtfleisch Gefriermikrotomschnitte legte, fand den freien Rand des Fleisches mit Bakterien der verschiedensten Art erfüllt und überdeckt, im Innern desselben anscheinend nur eine Art von Keimen. Die Mikroorganismen „befanden sich in großen Massen zwischen den Muskelfasern und in dem lockeren Bindegewebe, diese Teile oft auseinanderdrängend und die vorhandenen Lücken ausfüllend. Zehn Tage altes Fleisch, welches wohl muffig und „alt" roch, aber noch keinen Fäulnisgeruch verbreitete, zeigte sich auf dem Schnitt 1 cm vom freien Rande keimfrei; am Rande selbst war es mit Bakterien überladen. In der Zwischenschicht sah man einzelne Mikroorganismen, welche sich in Gestalt langer Fäden zwischen die Muskelbündel und zwischen das Gewebe um die Gefäße schoben; dahingegen waren sie niemals in letzteren vorhanden. Fleisch, welches drei Tage alt war, enthielt nur in der äußersten Randzone Bakterien". Zufolge BASENAU's (1) Angabe kam FORSTER zu denselben Ergebnissen. PRESUHN (1) hat den erwähnten Befund GÄRTNER's voll bestätigt und hält ein wirkliches Einwandern von Bakterien gradlinig in die Tiefe von Fleischstücken innerhalb weniger Tage für ausgeschlossen; wird Schlachtfleisch aber in der Tiefe keimhaltig gefunden, so dürfte die Infektion nicht von der Oberfläche her geschehen sein, sondern muß in der Regel auf dem Wege des zirkulierenden Blutes schon während des Lebens der Tiere (mit pathogenen Keimen) zustande gekommen sein.

Die Flora der normalen Fleischfäulnis wird auf S. 99 des Dritten Bandes besprochen. Das Leuchten des Fleisches toter Schlachttiere und Fische (Seefische) ist schon auf S. 623 des Ersten Bandes erörtert worden; hier ist noch auf GOLTZ (1) und SUCHSLAND (1) zu verweisen. Hinsichtlich des Schimmeln des Fleisches vergleiche man BUTJAGIN (1). Angaben über die bei der Fleischfäulnis entstehenden Gifte sowie über Fleischvergiftung und Botulismus findet man auf S. 117 des Dritten Bandes.

§ 105. Begriff und Wesen der Haltbarmachung des Fleisches.

Unter „Haltbarmachung (Konservierung)“ des Fleisches ist nicht die Erhaltung desselben in seinem ursprünglichen Zustand zu verstehen, denn das Fleisch unterliegt selbst bei Ausschluß aller Bakterien beim Aufbewahren Veränderungen durch die Autolyse und die Milchsäurebildung (s. S. 391), sondern die Erhaltung in einem vor dem Verderben geschützten Zustand, so daß es für den Genuß des Menschen geeignet bleibt. Hierbei ist es zunächst belanglos, ob das Fleisch im rohen Zustand oder nach einer Vorbehandlung, wie Salzen, Räuchern oder Kochen, haltbar gemacht wird. Wichtig für den Begriff der Konservierung des Fleisches ist aber, daß es für längere Zeit, auf Monate und Jahre, genußtauglich bleibt, was schon vor etwa 100 Jahren der ehemalige Pariser Koch Appert (1) in dem Titel seines berühmt gewordenen Büchleins „Die Kunst, alle animalischen und vegetabilischen Substanzen . . . mehrere Jahre zu erhalten“ zum Ausdruck gebracht hat. Auch bezeichnet man neuerdings mit Konservieren des Fleisches mehr und mehr seine gewerbsmäßige Haltbarmachung im allgemeinen und im Großbetrieb insbesondere. Nur in geringem Umfang wird — abgesehen vom Salzen, Pökeln, Räuchern und Einlegen des Fleisches in Essig oder saure Milch — das Konservieren im Haushalt oder im kleinen geübt.

Gegenüber „konserviertem“ Fleisch im engeren Sinne, worunter Fleisch, im ursprünglichen Zustand haltbar gemacht, verstanden wird, steht die Fleisch-Konserve, d. h. Fleisch, das nach mehr oder weniger tief eingreifender Behandlung konserviert wird. In der Regel wird aber nur dann von einer Fleischkonserve gesprochen, wenn das Fleisch nach dem Erhitzen konserviert wird (Büchsenfleisch), während das gesalzene, gepökelte oder geräucherte Fleisch, das noch rohes Fleisch ist, als „behandeltes“ Fleisch gilt. Fleisch-Präparate sind getrocknetes Fleisch, Fleischmehl und die hier nicht zu besprechenden Fleischextrakte, Fleischpeptone usw. Als Fleischzubereitungen werden Würste u. dergl. bezeichnet. Man vergleiche hierüber die „Denkschrift“ (1), über die Begriffe „frisches“ und „zubereitetes“ Fleisch Ostertag (1).

Wenn auch von jeher versucht worden ist, Fleisch in genußfähigem Zustand aufzubewahren, so hat sich doch erst seit den ausgedehnten praktischen Versuchen Appert's, der bereits im Jahre 1807 für die französische Mariné Fleisch in verschlossenen Gläsern lieferte, die Konservierung entwickelt. Seit den sechziger und siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts ist sie zu einem großen Industriezweig geworden und hat besonders in den Heeresverwaltungen zur Verproviantierung der Soldaten einen bedeutenden Umfang angenommen und zur Errichtung von Armeekonservenfabriken geführt. Durch die Möglichkeit, das Fleisch viehreicher überseeischer Staaten anderen Ländern nutzbar zu machen, ist die Fleischkonservierung in ein neues Stadium eingetreten. Auf die wirtschaftliche Bedeutung ist hier nicht einzugehen; sie findet sich u. a. in den Lehrbüchern der Fleischbeschau und Fleischhygiene von Ostertag (1), Edelmann (1) und Postolka (1) berücksichtigt. Letzteres Buch behandelt die einschlägigen Verhältnisse in Oesterreich. Man vergleiche außerdem die Monographie 14 des französischen Ministeriums für Handel und Industrie (1), welche den Welthandel mit Konserven zum Gegenstand hat, und Eberlein (1).

Daß nur das Fleisch gesunder Tiere zur Konservierung zu verwenden ist, versteht sich von selbst. Im Nachstehenden ist nur von der

Konservierung tadellosen, bankwürdigen Fleisches die Rede. Ueber die Begriffe „bankwürdiges, taugliches, untaugliches Fleisch“ geben die vorher genannten Lehrbücher, über den Begriff und die Bakteriologie des „beschlagenen“ Fleisches GLAGE (1) Auskunft. Ueber die Gefahren, die 5 durch Genuß von Fleisch kranker Tiere dem Menschen drohen, ist außerdem der Aufsatz von OBERNDORFER (1) und das 4. Kapitel des Dritten Bandes einzusehen.

Für alle Einzelheiten, insbesondere über die Entwicklung der Konservierung von Nahrungsmitteln, vergleiche man REICHARDT (1), 10 PLAGGE und TRAPP (1), RIDEAL (1 u. 2), J. DE BREVANS (1), HEINZERLING (1), KOLLER (1), ROHARDT (1), wie auch die „Konserven-Zeitung“.

Ganz besonders sei hinsichtlich aller weiteren Einzelheiten der theoretischen und praktischen Fragen der Fleischkonservierung auf die „Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene“ verwiesen.

15 Das Wesen der bisher im allgemeinen geübten Fleischkonservierungsverfahren besteht nach den Angaben im vorausgehenden Paragraphen weniger in der Verhinderung jeder Infektion des an sich keimfreien Fleisches beim Schlachten usw. (vergl. § 112), als vielmehr in einem Abtöten der Bakterien des bereits beim Schlachten usw. infizierten 20 Fleisches oder wenigstens in dem Verhindern ihrer Weiterentwicklung. Da die Konservierung aber nur so lange dauert, als nicht neue Keime auf das Fleisch fallen und zur Entwicklung kommen, so setzt sich das Konservierungsverfahren zum Teil aus zwei Einzelverfahren zusammen: aus der dauernden oder vorübergehenden Unschädlichmachung der vor- 25 handenen Bakterien und aus der Erhaltung dieses so geschaffenen Zustandes, d. h. Schutz vor Neuinfektion. In den nachfolgenden Paragraphen sollen daher die Konservierungsverfahren nach der Beeinflussung, welche die Bakterien auf dem Fleisch erleiden, und nach den etwaigen Veränderungen, denen das Fleisch bei der Anwendung des Konservierungs- 30 verfahrens unterliegt, geordnet und behandelt werden.

Für die Beurteilung der Konservierungsverfahren, die physikalischer oder chemischer Natur sind, kommen nach FR. HOFMANN (1) folgende Grundsätze, die als allgemein geltend schon hier anzuführen sind, in Betracht: Das Konservierungsverfahren muß dem Fleisch seinen ur- 35 sprünglichen Nährwert und Geschmackswert erhalten und darf ihm keinerlei gesundheitsschädliche Eigenschaften verleihen; es soll ferner dem Fleisch eine möglichst vollkommene Haltbarkeit auf eine längere Zeitdauer und selbst unter ungünstigen äußeren Verhältnissen verleihen und es nicht teurer werden lassen als frisches bestes Fleisch kostet. 40 Dazu ist als weitere wichtige Forderung zu setzen, daß durch die Konservierung nicht der Schein einer besseren Beschaffenheit vorgespiegelt und das Publikum in Täuschung über den wirklichen Wert der Ware gehalten wird; man vergleiche darüber die „Technische Begründung“ (1).

Eingehend und sehr sorgfältig beschriebene Nachweismethoden der 45 chemischen Bestandteile des Fleisches, der Fleischkonserven, von Pferdefleisch (s. S. 391), der Fäulnisalkaloide, von Konservierungsmitteln u. dergl. finden sich nebst einem erschöpfenden Literaturverzeichnis in dem Lehrbuch von RÖTTGER (1). Des weiteren vergleiche man hierzu die „Vereinbarungen zur einheitlichen Untersuchung und Beurteilung 50 von Nahrungs- und Genußmitteln für das Deutsche Reich“ (1) und das seit 1904 in zweiter Auflage erscheinende „Schweizerische Lebensmittelbuch“ (1).

§ 106. Die Haltbarmachung des Fleisches durch Trocknen.

Dem Fleisch wird ein mehr oder weniger großer Teil seines Wassers durch Wärme entzogen und damit den auf dem Fleisch befindlichen oder später auf das Fleisch fallenden Bakterien eine der für ihre Entwicklung unerläßlichen Lebensbedingungen genommen.

Die Anwendung des Austrocknens des Fleisches zur Haltbarmachung ist schon seit alters bekannt und wird noch jetzt vereinzelt angewendet. In den heißeren Gegenden hat sie die Natur gewissermaßen vorgezeichnet. In heißen Wüstensand gelegtes Fleisch trocknet aus, ohne daß Fäulnis entsteht. Noch heute ist die Konservierung der Fleischvorräte durch Dörren bei nicht-zivilisierten Völkern üblich, so bei der Bereitung des *Biltung* bei einzelnen Negerstämmen in Afrika. Aber auch in Brasilien wird Rindfleisch durch Hängenlassen in der Sonne getrocknet. Dieses *carne secca* genannte Fleisch hält sich ein bis zwei Monate; mit Maismehl oder Zucker bestreut, heißt es *carne dulce*. Die Indianer Nordamerikas bereiten sich aus getrocknetem Büffelfleisch, das sie mit Büffelfett mengen, den sogen. *Pemmican*, über dessen Zusammensetzung man J. de Brevans (1) vergleiche. Gewerbsmäßig und zu Ausfuhrzwecken werden Fische (Stockfisch, Stör nach vorhergehendem Salzen) durch Trocknen besonders in Norwegen (s. S. 433) konserviert; vor dem Genuß sind sie in Wasser aufzuweichen. In Italien wird der Stockfisch (*Gadus morrhua*) als merluzzo salato e seccato oder *Baccalà* für die Volksernährung verwendet, worüber Insinna (1) zu vergleichen ist. In Brasilien wird nach Otto's und Neumann's (1) Angaben getrockneter Stör als *Bacalhao* vielfach gegessen. In Japan (1) findet ein geräucherter und dann getrockneter (holzharter) Tunfisch auch für die Verproviantierung der Soldaten als *Katsuobuchi* Verwendung.

Eine besondere Rolle spielt das in Uruguay in der Provinz Rio Grande do Sul hergestellte Salztrockenfleisch, *Charque*, *carne tasajo* oder *jerked beef* genannt. Beaugrand (1), Fr. Hofmann (1), J. de Brevans (1) und Knuth (1) bringen hierüber wertvolle Mitteilungen. Nach den Angaben des Grafen Sainte Foix wird, zufolge J. de Brevans, das in Streifen geschnittene Ochsenfleisch entweder zunächst gesalzen und dann 20—40 Tage lang getrocknet oder mit Pökellake gewaschen und zwischen Salz drei Tage lang eingekeilt stehen gelassen, sodann im Freien zwischen Steinen ausgepreßt und an der Sonne getrocknet. Neuerdings finden auch Heizkammern und Trockenschränke Verwendung, durch die hindurch heiße Luft getrieben wird. Am gesuchtesten sind fettreiche Fleischstücke, weil in sie das angewendete Salz weniger rasch eindringt; man vergleiche darüber die Analysenbefunde bei Fr. Hofmann (1), wie auch J. de Brevans (1) und Heinzerling (1). Die Charque zieht in feuchter warmer Luft stark Wasser an und wird hierbei infiziert; sie ist infolgedessen trotz ihres hohen Salzgehalts leicht verderblich. Treibt man die Trocknung von Fleisch dagegen bis zu den äußersten Graden, so erhält man ein sprödes ungenießbares Produkt.

Durch Trocknen rohen Fleisches und nachheriges Pulvern oder Zermahlen werden die *Fleischmehle* erhalten, über welche schon aus dem Jahre 1817 von Blumenthal Beobachtungen und Versuche vorliegen. Fr. Hofmann's (1) Versuche, ein Fleischmehl „mit vollem Nährwerte, vollkommenem Geschmackswerte und ausreichender Haltbarkeit“ herzustellen, haben als das zweckmäßigste Verfahren ergeben, die Austrocknung bei niederer Temperatur einzuleiten, um einen Teil des

Wassers zu entfernen und am Fleische eine äußere, wenig durchlässige Trocknungsschicht zu bilden, dann die Temperatur zu steigern, um die vollkommene Gerinnung und Austrocknung ohne jeden Verlust zu erzielen. Gleichzeitig behält derartig behandeltes Fleisch einen hohen 5 Grad von Wohlgeschmack. Bei Erwärmung auf Temperaturen über 56° C von vornherein tritt Koagulation des Eiweißes ein, und Fleischsaft wird ausgepreßt; man vergleiche hierzu CRAMER's (1) Angabe betreffend das Koagulationswasser (S. 423). Nun ändert sich aber etwa nach einem Jahr schon solches Fleisch: die bouillonartig schmeckenden 10 Stoffe gehen verloren, die Fette werden ranzig. HOFMANN hat nach praktischen Versuchen als bestes Konservierungsmittel für Fleischmehl das Kochsalz erprobt; 10—20 Proz. erwiesen sich für getrocknetes Fleisch als ausreichend. Fischmehl-Analysen hat F. LEHMANN (1) ausgeführt.

L. WOLF (1) hat durch Versuche festgestellt, bis zu welchem Wasser-15 gehalt (vergl. Bd. I, S. 331 u. 441) Bakterien auf verschiedenen Nährböden, wie Gelatine, Brot, Kartoffeln, Fleischpulver, Cakes, wachsen können. Bei einem Wassergehalt von 50 Proz. gedeihen Spaltpilze noch auf diesen Unterlagen; mit der Abnahme des Wassergehalts nimmt die Stärke des Wachstums ab, bei 40 Proz. Wasser im Durchschnitt hört jedes 20 Wachstum auf. R. WEIGERT (1) hat hiergegen eingewendet, daß es sich bei diesen Versuchen um höhere Wasserkonzentrationen handle, weil auf der Oberfläche des Nährbodens immer Kondensationswasser vorhanden sei. SCHLITZER (1) hat aber in Bestätigung der WOLF'schen Versuche auf Gelatinenährboden, auch wenn Oberflächenbetauung ausgeschlossen 25 wurde, sogar noch bei einem Wassergehalt von nur 36 Proz. Bakterienwachstum vereinzelt gefunden. JORNS (1) konnte mittelst der Leukobase des Methylenblaus, die durch Oxydation in die Farbbase übergeht, nachweisen, daß in das Innere der Gelatineröhrchen der Luftsauerstoff nur sehr langsam eindringt und Wachstum im Innern nur für anaerobe oder 30 fakultativ anaerobe Spaltpilze möglich war; auch im Innern des Nährbodens hörte das Wachstum bei niedrigerem Wassergehalt als 50 Proz. auf.

Das bakterielle Verhalten getrockneten oder gedörrten Fleisches scheint noch nicht untersucht worden zu sein. Nur hat KARLIŃSKI (1) Ziegenfleisch, das in der Herzegowina ebenso wie Schaffleisch an der 35 Sonne getrocknet und als gedörrtes Fleisch (suche mieso) in Verkaufsbuden feilgehalten wird, auf seinen Bakteriengehalt untersucht und in sechs Proben einem dem *Bacillus enteritidis* GÄRTNER anscheinend gleichen Bazillus gefunden. Ueber den Bakteriengehalt von Kraftfuttermehlen vergleiche man S. 376. Nach den allgemeinen Erfahrungen darf man 40 wohl sagen, daß in Trockenfleisch und Fleischmehlen, solange sie in gutem Zustand sich befinden, praktisch betrachtet Keime sich nicht entwickeln. Sie können aber natürlich ebenso wie trockene Caseinpräparate, z. B. zufolge GROSSO's (1) Untersuchungen Trockenmilch, und andere Pulver (sogar Jodoform) Keime auf der Oberfläche enthalten, 45 was aber von untergeordneter Bedeutung ist. Die Sporen der meisten unter den gewöhnlichen Bakterien widerstehen der Trocknung nach R. KOCH und WOLFFHÜGEL (1) fast unbegrenzt, während die nicht-sporenbildenden Bakterien beim Trocknen zugrunde gehen. In den Laboratoriumsversuchen entfaltet die Austrocknung mehr eine Entwicklungsbe-50 hinderung als eine Abtötung der Keime. Werden Trockenfleisch und Fleischmehle dagegen durch Liegen an der Luft feucht, so können beim Beschlagen die auf denselben vorhandenen Keime sich rasch entwickeln.

Für die hygienische Beurteilung getrockneten Fleisches kommt der

Grad der Wasserentziehung in Betracht. Bei dem Dörrfleisch und den gedörrten Fischen ist die Struktur des Muskels im wesentlichen erhalten, bei der Charque ebenfalls, doch ist hier der hohe Salzgehalt von Einfluß für die Beurteilung. Die Fleischmehle sind ähnlich den übrigen pulverförmigen neueren Eiweißnährpräparaten zu beurteilen; sie werden vielfach zu Konserven verwendet, z. B. zu den im übrigen aus Erbsenmehl, Schweinefett und Zusatzstoffen bestehenden sogen. Erbswürsten, die unter anderen Fr. Hofmann (1) chemisch untersucht hat.

Die Fleischextrakte, Peptone usw. sind hier nicht zu besprechen. Ueber die Bakterienflora der Fleischextrakte und einiger verwandter Erzeugnisse gibt Wilhelmy's (1) Untersuchung Aufschluß. Ueber die aus Hefe hergestellten Surrogate für Fleischextrakt findet man eingehende Angaben im § 29 des 5. Kapitels des Fünften Bandes.

§ 107. Die Haltbarmachung des Fleisches durch Räuchern.

Durch die Einwirkung des heißen Holzrauchs beim Räuchern (franz.: fumage oder boucanage, engl.: smoking) werden dem Fleisch ein kleiner Teil seines Wassers und gleichzeitig damit auch geringe Mengen organischer und anorganischer Stoffe entzogen, wobei die Oberfläche eine gewisse Eintrocknung erfährt. Andrerseits dringen aus dem Rauch Stoffe, denen teilweise antiseptische Eigenschaften zugeschrieben werden, mehr oder weniger tief in das Fleisch ein. Neben der Wasserentziehung kommt hier das Imprägnieren mit flüchtigen chemischen Stoffen in Betracht.

Geräuchert werden hauptsächlich Schweinefleisch, außerdem Rind- und Pferdefleisch, ferner Würste und Fische. Fleisch muß zufolge Ostertag (1) vorher gepökelt sein. Zur Herstellung des Rauch- oder Selchfleisches usw. wird Buchenholz und das Holz der übrigen Laubhölzer verbrannt. Nadelhölzer dürfen wegen ihres Gehalts an Harzen nicht benutzt werden. Das Holz wird im Rauchfang oder in Kammern, die mit diesem in Verbindung stehen, oder in besonderen, von der Haushaltungsfeuerung unabhängigen Kammern verbrannt. In Westfalen werden Schinken häufig an die Decke des Dielenraumes gehängt, an der der Holzrauch vom Herdfeuer hinstreicht; der Vorgang des Räucherns vollzieht sich in letzterem Falle sehr langsam. Ueber „kaltes" und „warmes" Räuchern, d. h. langsames und beschleunigtes oder heißes Räuchern vergleiche man Merges (2). Beim langsamen, über Wochen ausgedehnten Räuchern werden Temperaturen von 25 °, beim beschleunigten Räuchern Temperaturen bis zu 100 ° angewandt. Bei dem „unterbrochenen" Räuchern wird das Fleisch nur tagsüber dem Rauch ausgesetzt, wobei aber Gefahr besteht, daß das Fleisch beim Abkühlen während der Nacht sich beschlägt und immer wieder von neuem infiziert wird.

Da der Holzrauch je nach der verwendeten Holzart, dem Grade der Erhitzung usw. ein höchst verwickelt zusammengesetztes Gemenge darstellt, so muß man sich darauf beschränken aufzuzählen, welche Stoffe im Holzrauch gefunden worden sind und in welchen Mengen sie darin vorkommen, um hieraus und aus den Feststellungen, welche Stoffe das Fleisch nach dem Räuchern in einigen wenigen Proben aufgenommen hat, ein annähernd zutreffendes Bild von den chemischen Vorgängen im Fleisch beim Räuchern zu gewinnen. Bei der unvollständigen Verbrennung von Buchenholz entstehen Kohlensäure, Kohlenoxyd, Phenole, Kreosot, Aldehyde, darunter Formaldehyd, usw., Stoffe von

antiseptischen Eigenschaften. Pasqualis (1) glaubt, die antiseptischen Eigenschaften des Holzrauchs nicht so sehr auf dessen Gehalt an Phenolen und sonstigen aromatischen Stoffen als vielmehr auf den Gehalt an Aldehyden der Fettreihe zurückführen zu sollen. Aus 1 kg Holzteer konnte er 4,74 g Gesamtaldehyde gewinnen; aus gewissen Reaktionen schließt er, daß mit Wahrscheinlichkeit unter den Aldehyden Formaldehyd vorhanden sei. Die vielfach citierten Versuche von S. P. Mulliken, J. W. Brown und P. R. French, von Jorissen und von R. von Stepski beweisen das Vorhandensein von Formaldehyd im Rauch nicht, da sie mit Kohlenwasserstoffen, Säuren und Alkoholen sowie mit Watte und Filtrierpapier, die verbrannt wurden, nicht aber mit Holzrauch, angestellt wurden. Die bisher im Holzrauch gefundenen Formaldehydmengen sind jedenfalls gering. Neuerdings hat Trillat (1) Formaldehyd im Rauch von Holz gefunden. Bei geräuchertem Fleisch und Fisch konnte er jedoch nur in zwei Fällen von Fleischproben, die frisch geräuchert waren, Formaldehyd und zwar in kleinen Mengen nachweisen.

Da der Räucherprozeß längere Zeit erfordert, sind für den Großbetrieb *Schnellräucherungs-Verfahren* in Aufnahme gekommen, die aber den Räucherprozeß nach fachmännischem Urteil nicht voll zu ersetzen vermögen, und die hier nur gestreift werden sollen. Eine auch nur annähernde Gewähr für die Haltbarkeit der Ware ist hier nicht gegeben. Entweder wird dabei Holzessig (s. S. 408), dem etwas Kreosot und Wachholderbeeröl zugesetzt ist, verdampft, oder man bestreicht die Fleischwaren mit den betreffenden Lösungen, oder legt sie mehreremal in solche Lösungen und hängt sie dann zum Trocknen auf. In letzterem Fall kann von Räuchern nicht mehr gesprochen werden; es fehlt die Einwirkung des heißen Rauchs. Nach Heinzerling (1) sind solche zum Verdampfen verwendete Lösungen z. B.: Roher Holzessig 100, Wasser 200, Wachholderöl 5 Teile, oder roher Holzessig 100, Kreosot 10, Wasser 1000, Wachholderöl 10 Teile.

In dem Fall, daß dem Räuchern ein Pökeln vorausgeht, wird durch den entstandenen Wasserverlust, wie man annimmt, das Eindringen der Destillationsprodukte des verbrennenden Holzes in das Fleisch erleichtert. Wenn auch die Rauchbestandteile nur wenig tief in das Fleisch eindringen, so ist das Räuchern nach Serafini (1) doch ein verhältnismäßig zuverlässiges Verfahren, besonders für größere Fleischstücke, die nur an der Oberfläche durch Außeninfektion keimhaltig sind. Fraglicher ist schon der Wert des Räucherns bei Würsten. Fleisch kranker Tiere, dessen Inneres Spaltpilze im Gewebe selbst und in den Blutgefäßen enthält, ist nur schwer durch Räuchern zu desinfizieren.

Pathogene Bakterien, wie die Tuberkelbazillen im Fleisch perlsüchtiger Rinder, werden, wie Petri, Forster und Serafini gezeigt haben, nicht sicher abgetötet. Die Versuche dieser Forscher geben aber eine Vorstellung auch über die Desinfektionskraft der Rauchbestandteile auf Schlachtfleisch von gesunden Tieren, das sekundär bakterienhaltig geworden ist; deshalb sollen sie hier, wenn auch bei der Haltbarmachung von Fleisch nur Teile gesunder Tiere Verwendung finden dürfen, erwähnt werden. Die Versuche Petri's (1) lehren, daß Schinken, die einen Monat lang gepökelt und dann 14 Tage in einer Rauchkammer geräuchert worden waren, virulente Zellen des Erregers des Schweinerotlaufs enthielten. Erst während des weiteren Aufbewahrens des geräucherten Fleisches schien die Keimfähigkeit dieser Bakterien sich abzuschwächen. Während nämlich nach drei Monaten in einem ge-

räucherten Schinken jene Bakterien vorhanden waren und auch im Knochenmark sehr lange am Leben blieben, so schienen sie nach sechs Monaten in den geräucherten Fleischstücken abgestorben zu sein. Petri bemerkt hierzu, daß der Wert des geräucherten Fleisches (Dauerschinken und ähnliche Räucherwaren) nach Ablauf eines solchen Zeit- 5 raumes in der Regel noch derselbe wie kürzere Zeit nach dem Räuchern ist, und hält diesen Befund nicht für belanglos bei der Beurteilung des Räucherverfahrens. Forster (2) untersuchte den Einfluß des Räucherns auf das Fleisch tuberkulöser Rinder und konnte keinen Einfluß auf die Infektiosität des geräucherten Fleisches bei Verfütterung 10 an Meerschweinchen feststellen. Beu (1), der das Räuchern in seiner Gesamtwirkung, als wasserentziehenden und als antiseptischen Prozeß, auf die fäulniserregenden Mikroorganismen zum ersten Male, etwa gleichzeitig mit Serafini und Ungaro, studierte, fand bei geräucherten Waren, die dem Handel entnommen waren, meist einen reichlichen 15 Keimgehalt, in welchem aber die schnell verflüssigenden Bakterienarten in der Mehrzahl der Proben fehlten, und stellte fest, daß nur Speck keimfrei war und daß geräucherte Fische fast keine Keime enthielten. Außerdem räucherte Beu selbst bei 22—25 ° verschiedene Waren. Seine Befunde sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt. 20

Fleischsorte	Bakterien	Dauer der Räucherung										
		0 Stund.	24 Stund.	48 Stund.	3½ Tage	4 Tage	5 Tage	6 Tage	7 Tage	9 Tage	10 Tage	12 Tage
Gesalzenes mageres Schweinefleisch	verflüssigende	+		—		—	—	—	—	—	—	—
	nicht-verfl.	+		+2		+10	+1	—	+4	—	—	—
Speck, 10 Tage gesalzen	verfl.	+		—		—	—	—	—	—	—	—
	nicht-verfl.	+		—		+3	—	+1	—	—	—	—
Speck, 5 Wochen gesalzen	verfl.	—			+		+		—			
	nicht-verfl.	+					+2		—			
Frisches, ungesalzenes Schweinefleisch	verfl.	+	—	+		+	+	+	—			
	nicht-verfl.	+	+	+		+	+	—	+			
Knackwurst	verfl.	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
	nicht-verfl.	+			+		+	+	+	+	+	+

Die schnell verflüssigenden Bakterien verloren im allgemeinen rasch, die übrigen erst nach längerer Zeit der Raucheinwirkung ihre Entwicklungsfähigkeit. Die vorher gesalzene Ware war innerhalb weniger Tage durch Räuchern desinfiziert.

Planmäßig ist dagegen der Einfluß des Holzrauches überhaupt auf 25 Bakterien untersucht und in seiner Wirkung mit der des Formaldehyds verglichen worden. Serafini und Ungaro (1) fanden, daß im Laboratoriumsversuch wohl eine gewisse bakterientötende Wirkung erzielt werden konnte, wenn der Rauch während zweieinhalb Stunden auf den *Bac. anthracis* oder den *Staphylococcus pyogenes aureus*, während 30 dreieinhalb Stunden auf den *Bac. subtilis* und während 18 Stunden auf die Sporen des Milzbrandbazillus in Reinkulturen einwirkte; sie reichte aber nicht aus, um Fleisch insbesondere kranker Tiere zu desinfizieren. Palozzi (1), der die desinfizierenden Eigenschaften des Holzrauchs ganz allgemein in einem 50 cbm großen Versuchsraum untersuchte, stellte 35 fest, daß der Holzrauch bei genügend langer, 12- bis 36-stündiger Einwirkung nicht nur in Luft suspendierte, an Seidenfäden angetrocknete

und auf Stoffen oberflächlich haftende pathogene Keime abtötet, sondern daß er auch in die Tiefe eindringt. VALAGUSSA (1) konnte bei seinen vergleichenden Versuchen mit Formaldehyd dem überaus günstigen Urteil PALOZZI's über den Holzrauch nicht völlig beistimmen, erkannte 5 ihm aber doch auch einen hohen desinfektorischen Wert auf Grund eigener Versuche mit Bakterienreinkulturen zu. Hier sei noch auf die ausgedehnten Versuche NENCKI's und SIEBER's (2) hingewiesen, die über die antiseptischen Eigenschaften des russischen Nadelholzteers, Birkenteers, Espenteers und des Holzessigs (Acetum pyrolignosum) angestellt 10 wurden und die zu dem Ergebnis führten, daß diese Produkte etwa dem Phenol gleichkommen.

Ueber die Veränderungen, insbesondere die Stoffverluste, welche Fleisch durch Räuchern erleidet, scheinen Versuche nicht vorzuliegen. Es sei darum also nur auf die durch BEYTHIEN (1) und FR. HOFMANN (1) 15 gegebenen chemischen Analysen von geräuchertem Schweinefleisch bezw. Ochsenfleisch verwiesen. Die Zusammensetzung der Würste schwankt entsprechend den verschiedenen Sorten, die in den Verkehr kommen, sehr stark. Würste sind in der Regel ein Gemenge von feinzerkleinertem Fleisch und anderen Bestandteilen des tierischen Körpers, das mit Sal- 20 peter (bisweilen auch Zucker) und dem nötigen Gewürz in Därme gefüllt und geräuchert wird. Es ist also leicht erklärlich, daß dieses Gemenge von der Zerkleinerung und Zubereitung her stark keimhaltig ist. Ueber die durchschnittliche Zusammensetzung einiger Würste gibt HOFMANN eine Uebersicht. Ueber Fischkonserven vergleiche man auch BEU (1).

25 § 108. Die Haltbarmachung des Fleisches durch Salzen und Pökeln.

Durch Einreiben von Fleisch mit trocknem Salz oder Einlegen desselben in eine konzentrierte Salzlösung entsteht ein osmotischer Stoffaustausch: dem Fleisch wird ein Teil seines Wassers und seiner gelösten Bestandteile entzogen, aus der Salzlösung dringen die Bestandteile in 30 das Fleisch ein. Dieser Vorgang kann je nach der Zeitdauer und der Konzentration der Salzlösung bis zum Kern des Fleischstücks vorschreiten.

Das Verfahren der Salzanwendung zum Fleisch- und Fischkonservieren ist alt, vielfach bewährt und billig. Zur Salzung und Pökelung kommt in der Hauptsache Schweinefleisch zur Verwendung: das reichlich im 35 interstitiellen Bindegewebe vorhandene Fett schützt die Muskelfasern vor tiefgreifender Einwirkung des Salzes und der Wasserentziehung. Außerdem werden fettes Rindfleisch und Gänsefleisch (Gänsebrüste und Gänsekeulen) eingesalzen; auch Pferdefleisch soll sich hierzu eignen. Ungeeignet ist Hammelfleisch, das durch eine starke Wasserabgabe 40 faserig und saftlos werden würde. In der Regel wird gepökeltes Fleisch noch geräuchert (s. § 107). In ausgedehntem Maße werden auch Fische gepökelt.

Die Grundlage aller Pökelsalzgemische und Laken ist das Kochsalz. Die dem Kochsalz oder der Kochsalzlösung außerdem zugesetzten Stoffe 45 dienen entweder zur Erhaltung der Fleischfarbe, wie der Salpeter, der in Mengen von 0,5—1,0 Proz. des Kochsalzes verwendet wird, und der Zucker, oder sind Schmeck- und Riechstoffe, wie Wachholder, Thymian, Lorbeer, Pfeffer und der in Frankreich beliebte Ingwer. Nach KISSKALT (1) und nach HALDANE (1) ist die Rotfärbung des gepökelten Fleisches der 50 Einwirkung des Nitrits zuzuschreiben, das in der salpeterhaltigen Salz-

lake infolge Reduktion durch Bakterien entsteht und nach HALDANE zur Bildung von Stickoxyd-Hämoglobin, das beim Kochen in Stickoxyd-Hämochromogen übergeht, Anlaß gibt. Zufolge POLENSKE's (1) Versuchen kann der Salpeter in der Lake mit der Zeit vollständig zu salpetriger Säure reduziert werden. Ueber die Nitritbildung aus Nitraten im Organismus vergleiche man ABELOUS und GÉRARD (1) und STEPANOW (1), über die Reduktion der Nitrate und Nitrite durch Bakterien das 6. Kapitel des Dritten Bandes, und zur Frage über das Reduktionsvermögen der Bakterien und über reduzierende Stoffe (Reduktasen) in pflanzlichen und tierischen Zellen überhaupt sei auf MAASSEN (1) und die Angaben im § 154 des 27. Kapitels des Ersten Bandes verwiesen.

Bei dem Einsalzen (franz.: salage oder salaison sèche, engl.: drysalting) werden die Fleischstücke, besonders Rindfleisch, mit Salz eingerieben und unter Bestreuen mit Salz in Fässern u. dergl. übereinander geschichtet, wobei sich durch den Druck die sogen. Lake bildet. Für Schinken ist eine Mischung aus 100 kg Kochsalz, 600 g Kalisalpeter und 600 g Zucker sehr beliebt. Die Heringe werden eingesalzen, indem sie mit Seesalz in Tonnen fest verpackt werden.

Bei dem Pökeln (Pökel, Surre; franz.: salaison humide, engl.: wetsalting oder pickling) werden die Fleischstücke, besonders Schweinefleisch, in eine konzentrierte Lösung von Kochsalz gelegt, die kleine Mengen von Salpeter, Zucker und Gewürzen enthält (Pökellake, franz.: saumure, engl.: brine). Nach MERGES (1) sind hauptsächlich vier Laken im Gebrauch, die alle 0,4 Proz. Kalisalpeter und 0,7 Proz. Zucker, aber 14—24 Proz. Kochsalz enthalten. STADLER (1) bestimmte den Salzgehalt der Lake bei verschiedenen Händlern; er betrug 25,4 und 26,9 Proz., in etwa vier Wochen alter, gebrauchter Lake dagegen nur 14,6 und 16,1 Prozent. Der Salpetergehalt der Lake war 0,2—0,6 Prozent. Die sonst verwendeten Zusätze, wie z. B. nach STADLER (1) Rotwein (ein halbes Glas zu 250 g Salz, 10 g Salpeter, 30 g Zucker, für ein Stück Rindfleisch von 6—8 Pfund, drei Tage unter häufigem Begießen liegen lassen, dann acht Tage räuchern: Hamburger Rauchfleisch), sind von untergeordneter Bedeutung. In Amerika wird zufolge RIDEAL (2) vielfach der Pökellake 0,5 Proz. Kaliumbikarbonat und bisweilen Kreosot (ein Tropfen auf eine Gallone) zugesetzt.

Ueber die Mengen von Kochsalz und Salpeter, welche hierbei in das Fleisch eindringen, und über die Schnelligkeit, mit welcher das geschieht, liegen nachfolgende Ermittlungen vor. STADLER (1) fand in einem drei Wochen alten, wohlschmeckenden rohen Schinken 6,1 Proz. Kochsalz, SERAFINI (1) fand in Frankfurter Bratwurst 2 Proz., in stark salzig schmeckender Salamiwurst bis zu 8,15 Proz. und in Regensburger Wurst 0,5—1,0 Proz. Kochsalz, NIEBEL (1) fand in Astrachan-Kaviar 6,15—7,2 Proz., in amerikanischem Kaviar 8,4—11,3 Proz. und in Elb-Kaviar 9,3—11,2 Proz. Kochsalz, und FORSTER fand in Kaviar 7—8 Proz. Kochsalz. NOTHWANG (1) fand in gepökelten und (geräucherten) Fleischwaren des Handels bis 0,328 Proz. Salpeter und bis zu 8,7 Proz. Kochsalz; außerdem untersuchte er selbstgepökeltes Rindfleisch. Hierbei und bei den Versuchen, bei denen er die Fleischstücke mit Salz und Salpeter einrieb, war das Eindringen des Kochsalzes ins Fleisch in erheblichem Maße von der angewendeten Salzkonzentration abhängig, außerdem von der Zeit, dem Druck, der Temperatur, der Größe der Fleischstücke usw. Der Austausch zwischen Salz und Flüssigkeit des Fleisches war in der ersten Woche am größten. Die Diffusionsge-

schwindigkeit der zwei Salze ist verschieden groß. Bei der schwächeren Konzentration betrugen die Höchstgehalte des Fleisches an Kochsalz 5,2 Proz., an Salpeter 0,1 Proz., bei der stärkeren Konzentration an Kochsalz 8,7 Proz., an Salpeter 0,2 Proz.; bei Verwendung trocknen Salzes an Kochsalz 10,3 Proz., an Salpeter 0,3 Prozent. Aus dem Ausland eingeführte gesalzene Schweinelebern enthielten nach dem Referenten bekannt gewordenen, sonst nicht veröffentlichten Analysen in der einen Lieferung von ca. 10 Stück 11,7—12,5 Proz. Kochsalz bei 68—69 Proz. Wasser, in der anderen Lieferung von ebenfalls 10 Stück 4,6—5,3 Proz. Kochsalz bei einem Wassergehalt von 74—77 Prozent. Vier frische Lebern wiesen 0,02—0,3 Proz. Kochsalz auf und enthielten 69,5—71,4 Proz. Wasser. Liebig hatte seinerzeit den Vorschlag gemacht, der Salzlösung diejenigen Stoffe zuzusetzen, die dem Fleisch beim Pökeln entzogen werden: Fleischextrakt, Chlorkalium, phosphorsaures Natron. Doch ist dieser Vorschlag an dem hohen Preis des Fleischextrakts gescheitert. Beachtenswert sind die im Vergleich zum Kochsalz geringen oder sehr geringen Mengen von Salpeter, die in das Fleisch beim Pökeln eindringen (s. auch S. 415). Ueber Salzen unter hohem Druck vergl. man Rubner (1).

Ueber Stoffe, die dem Fleisch durch das Salzen und Pökeln entzogen werden, geben zahlreiche Untersuchungen Aufschluß. E. Voit (1) bestreute Fleisch mit Kochsalz und überließ es 14 Tage lang sich selbst. Das Fleisch, das 4,3 Proz. aufgenommen hatte, hatte verloren: Wasser 10,4 Proz., organische Stoffe 2,1 Proz., Eiweiß 1,1 Proz., Extraktivstoffe 13,5 Proz., Phosphorsäure 8,5 Prozent. Polenske (1) stellte bei Verwendung einer Lake mit 250 g Kochsalz neben Salpeter und Zucker zu einem Liter Wasser folgende (in Prozenten des Anfangsgehaltes ausgedrückte) Verluste in etwa ein Kilogramm schweren Stücken rohen Rindfleisches fest: Nach 3 Wochen 7,8 Proz. Stickstoffsubstanz und 34,7 Proz. Phosphorsäure, nach 3 Monaten 10,1 bezw. 54,5 Proz., nach 6 Monaten 13,8 bezw. 54,6 Prozent. Es hatte also eine beträchtliche Wertverminderung stattgefunden, obwohl das Gewicht der Fleischstücke zugenommen hatte. Polenske untersuchte ferner die bei diesem Versuch verwendeten wie auch andere, Fleischerläden entnommene Laken, die mit der ersten, zweiten oder dritten Fleischbeschickung in Berührung waren, auf salpetrige Säure und Ammoniak. An ersterer fand er Spuren bis 0,051 g, an letzterem 0,005—0,083 g; die anfänglich neutrale Lake nahm alkalische Reaktion an. Man vergleiche hierzu auch Polenske's (2) Versuche mit Fleisch, das 1—2 Jahre im Pökel lag. Das Maximum der Entwertung war nach drei Wochen noch nicht, wohl aber im Laufe eines Jahres erreicht. Rindfleisch, das nach 21-monatigem Lagern dem Handel entnommen war (100 kg), zeigte einen Verlust von 5,9 Proz. Stickstoffsubstanz und 14,2 Proz. Phosphorsäure. Aus Nothwang's Versuchen geht des weiteren hervor, daß dem Fleisch durch das Pökeln mehr Stoffe entzogen werden als durch das Salzen; doch dürften die Zahlen aus Nothwang's Laboratoriumsversuchen im allgemeinen die Verhältnisse in der Praxis übersteigen.

Wird Pökelfleisch gekocht oder gedünstet, so verliert es wiederum Wasser, Extraktivstoffe und Phosphate. Dieser Verlust, addiert zu demjenigen beim Pökeln, ist größer als der, den gewöhnliches Fleisch beim Kochen und Dünsten nach Nothwang's (2) Versuchen erleidet.

Um die Zeit des Pökelns abzukürzen und den damit verbundenen Verlust an organischen und anorganischen Stoffen herabzusetzen, sind *Schnellpökelungs-Verfahren* im Gebrauch: Verfahren unter An-

wendung eines luftverdünnten Raumes, wodurch die Poren des Fleisches geöffnet und dadurch die Salzlösung gewissermaßen angesaugt werden soll (Hamburger Pökelfleisch); Verfahren unter Anwendung von Druck, wobei die Salzlake in Kesseln mit 3—4 Atm. Druck eingepreßt wird; Verfahren unter Anwendung von Injektion der Salzlösung mittelst Spritzen 5 mit langen Hohlnadeln in das Innere der Muskulatur, besonders bei Rindfleisch (Injektionspökelung, salaison à la pompe). Diese Lakespritzen bedeuten nach OSTERTAG (1) einen großen Fortschritt auf dem Gebiete der Konservierungstechnik. Auch die Pökelung durch Einspritzung von Salzlösungen in die Blutgefäße der geschlachteten Tiere zu einer Zeit, 10 wo das Blut noch flüssig ist, so daß vom linken Herz und der Aorta aus unter hohem Druck das Blutgefäßsystem gefüllt wird und die Salzlösung mit dem Blut aus dem angeschnittenen rechten Herzen herausfließen kann, ist versucht worden. Ueber dieses neuerdings von FJELSTRUP (1) eingeführte Verfahren, das nach OSTERTAG (1) schon von JOH. PET. FRANK (1) als 15 Methode von HALES angegeben wird, das nach RIDEAL (2) schon MORGAN im Jahre 1857 unter Verwendung einer Lösung von Kochsalz und Salpeter übte, läßt sich ein abschließendes Urteil noch nicht fällen. Man vergleiche hierzu die günstigen Bemerkungen in dem Buche von J. DE BREVANS (1). 20

Der Betrachtung über die **Beeinflussung** der **Bakterien** durch **konzentrierte Salzlösungen** sei vorausgeschickt, daß die zum Pökeln verwendete Lake sich allmählich durch Aufnahme von Eiweißstoffen, Blutfarbstoff, Extraktivstoffen und anderen Bestandteilen des Fleisches ändert und schließlich zu einer für Bakterienentwicklung geeigneten 25 Flüssigkeit wird, soweit nicht der hohe Kochsalzgehalt dem entgegensteht. Die Laken werden daher nach ein- oder mehrmaligem Gebrauch aufgekocht. Im übrigen wird das Salzen und Pökeln im großen in kühlen oder eigens gekühlten Räumen vorgenommen und im Haushalt bei Beginn der kalten Jahreszeit ausgeführt. Nach OSTERTAG (1) hat schon 30 J. P. FRANK ausgesprochen, daß das Fleisch kranker Tiere nicht durch Pökeln gesundheitsunschädlich gemacht werden könne; er nannte das Pökeln des Fleisches kranker Tiere ein „Ueberziehen mit einer Art Gesundheitsfirnis". PEUCH (1) fand, daß ein Milzbrandbazillen enthaltender Schweineschinken nach anderthalbmonatigem Pökeln einen Fleischsaft 35 lieferte, der bei Meerschweinchen und Kaninchen keinen Milzbrand erzeugte, während unvollständiges Pökeln die Milzbrandbazillen nicht abzutöten imstande war. FORSTER hat dagegen festgestellt, daß z. B. die Schweinerotlaufbakterien sich in konzentrierten Kochsalzlösungen wochen- bis monatelang virulent erhielten, und PETRI konnte nachweisen, daß die 40 für das Salzen und Pökeln üblichen Kochsalzkonzentrationen von 24 und 14 Proz. die Rotlaufbazillen in Reinkulturen nur sehr wenig und langsam in ihrer Keimfähigkeit herabsetzten. Erst nach 26-tägiger Einwirkung der 24-proz. Kochsalzlösung waren sie abgetötet. „Etwas energischer wirkten die mit Eiweiß- und anderen, aus dem Fleische selbst 45 herstammenden Stoffen beladenen Pökellaken auf die genannten Bakterien ein. Schon nach etwa 8 Tagen erfolgte die Abtötung". In eingepökeltem, in Lake liegendem Fleisch hielten sich virulente Rotlaufbazillen bis zu einem halben Jahre und darüber. STADLER (1) zufolge, der mit *Bact. coli commune*, *Bac. morbificans bovis*, *Bac. enteritidis*, *Bac.* 50 *(Proteus) vulgaris* und *Bac. botulinus* arbeitete, würde eine Konzentration von 7—10 Proz. Kochsalz die Entwicklung der genannten Bakterien aufheben; doch scheinen diese Zahlen viel zu niedrig zu sein, um einen

praktisch verwertbaren Erfolg zu erzielen. WEHMER (1) isolierte aus der Heringslake einen Sproßpilz („Salzhefe", s. Bd. IV, S. 290), der bei 15 Proz. Kochsalzgehalt seine Entwicklungsfähigkeit nicht verlor, ja sogar noch bei 24 Proz. längere Zeit entwicklungsfähig blieb. Nach 5 LACHNER-SANDOVAL (1) wächst der Strahlenpilz *Streptothrix (Actinomyces) albido-flava* (s. Bd. III, S. 204) in Bouillon mit 6 Proz. Kochsalz üppig, in solcher mit 16 Proz. nur noch schwach. Nach PETTERSSON's (2) Untersuchungen ist die entwicklungshemmende Kraft von Kochsalzlösungen weit geringer, als von STADLER angegeben wurde. Fleisch- und Fisch- 10 proben, die in 5- bis 23-proz. Kochsalzlösung bei 25° C bis zu zweieinhalb Monaten lagen, zeigten, daß erst bei einer Konzentration von 20 Proz. eine deutliche Hemmung der Bakterienentwicklung sich geltend machte. Bei 15 Proz. fand noch lebhaftes Bakterienwachstum statt. Für Fische war eine größere Salzkonzentration notwendig, als für das 15 Fleisch der Schlachttiere. Bei den Fischkonserven des Handels (Anchovis, Matjesheringen) kommt eine 15 Proz. Kochsalz nicht erreichende Konzentration zur Anwendung. Da das Material schon vor der Verarbeitung lagert und dadurch nicht nur autolytische sondern wohl auch bakterielle Veränderungen durchmacht, so trifft man in diesen Konserven in der 20 Regel Produkte der Bakterientätigkeit an. Jedenfalls sind sie keine im ursprünglichen Zustand erhaltenen Fische mehr. LEWANDOWSKY (1) fand neuerdings bei seinen vergleichenden Versuchen mit Kaliumchlorid, Kalisalpeter und Kochsalz die Wachstumsgrenze für Bakterien bei 25 Proz. Kochsalz. So erklärt es sich ohne weiteres, daß schwere Fleischver- 25 giftungen nach dem Genuß gepökelter und zum Teil außerdem noch geräucherter Fleischwaren entstanden sind. So enthielt zufolge SILBERSCHMIDT's (1) und GLÜCKSMANN's (1) Untersuchungen gesalzenes und dann geräuchertes Schweinefleisch in den bestimmten Fällen den *Bacillus (Proteus) vulgaris*. Das Kochsalz und die hier erwähnten Salzgemische 30 dürfen also nicht unter die im nächsten Paragraphen zu besprechenden Antiseptika eingereiht werden. Man vergleiche auch S. 629 des Ersten Bandes.

Bekanntlich wachsen manche Bakterien in Gegenwart gewisser Neutralsalze in höheren Konzentrationen zu eigenartigen Degenerations- 35 und Involutionsformen (s. Bd. I, S. 338) aus, so z. B. der Pestbazillus schon bei einem Kochsalzgehalt von 2,5—3,5 Proz. des Agarnährbodens. Auf die gestaltgebende Wirkung der Neutralsalze hat zuerst GAMALEIA (1) aufmerksam gemacht. Neuerdings sind 56 Bakterienarten durch MAASSEN (2) auf ihre Beeinflussung durch Neutralsalze in Nährböden in äquimoleku- 40 laren Mengen (auf 2,5—3,5 Proz. Kochsalz bezogen) untersucht worden.

In den Untersuchungen des Dänischen Versuchslaboratoriums (1) erwiesen sich das gepökelte Fleisch und die Lake sehr reich an Keimen. SCHMIDT-NIELSEN (1) hat in Heringslake im frischen Zustand im ccm 100 000 bis 1 000 000 lebensfähige Keime gefunden; diese nahmen mit dem Alter 45 der Lake ab, waren meist fakultative Fäulnisbakterien und fanden sich gemeinschaftlich mit Schimmelpilzen vor. Eine große Vorliebe für Kochsalz hat die *Torula epizoa (pulvinata)*, die sehr häufig auf gesalzenem und getrocknetem Fisch und Fleisch gefunden und von KR. HØYE (1) eingehend in den Untersuchungen über die Klipfiskesoppe studiert worden 50 ist. Die Zellen dieses Sproßpilzes sind von ihm im Pökelsalz gefunden worden; in konzentrierter Kochsalzlösung gedeiht er sehr gut, wo er in Form sarcinaähnlicher Pakete wächst. Reich an Torulen ist die Oberfläche mancher Würste; vergl. Bd. IV, S. 285.

Eine besondere Art von Fischkonserven, die in gewissen Gegenden des nördlichen Schwedens aus verschiedenen Fischarten und nach mehreren Verfahren, stets aber unter Verwendung geringer Mengen von Salz, hergestellt werden, nämlich die sogen. Gärfische („surfisk"), schließen sich hier an. Die Gärströmlinge werden nach Mörner (1), in Fässern 5 mit geringprozentiger Lake lose verpackt, vier bis fünf Wochen in die Sonne gestellt und auf die Gärung beobachtet. Schreitet diese zu rasch vor, so müssen die Fässer an einen kühleren Ort gebracht werden. Die fertige Ware besitzt einen intensiven, durchdringenden Geruch und wird in kleinere Gefäße verpackt. Dicht verpackt sind die 10 Gärströmlinge ziemlich haltbar. Läuft die Lake aus, oder ist das Gefäß einmal geöffnet, so verfällt der Gärströmling schnell dem Verderben. Diese Fischkonserve wird roh oder gebraten gegessen; für viele Menschen ist die Ware ekelerregend, für andere wird sie, allerdings erst nach Angewöhnung, ein Leckerbissen. Die chemischen Veränderungen, die 15 großenteils durch bakterielle Tätigkeit eintreten, betreffen die Entstehung von Säuren, Basen und mehr indifferenten Stoffen. Das Gasgemisch, das aus einem Tönnchen mit Gärströmling entweicht und die Luft schnell zu „verpesten" vermag, enthält Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Methylmercaptan. Außerdem enthielt die untersuchte Ware Bernstein- 20 säure, Buttersäure, Ameisensäure, Essigsäure und Valeriansäure, ferner feste Fettsäuren, flüchtige Fettsäuren, Ammoniak, Methylamin, Dimethylamin, Trimethylamin, Cholin, endlich Leucin (nicht aber Tyrosin) und in sehr geringen Mengen Alkohol und Aceton. Zweifellos sind also typische Fäulnisprodukte nachgewiesen. Da aber Indol, 25 Skatol, Phenol, Putrescin und Cadaverin fehlen, so ist die Zubereitung der Gärfische nicht einfach als ein Verfaulenlassen anzusehen; es ist eine „Abkürzung" des Fäulnisprozesses, die durch das Einsalzen, den Luftabschluß und die Anhäufung der Bakterienstoffwechselprodukte verursacht ist. Zufolge Pavy (1) soll von den Grönländern gefaultes Fleisch, 30 von den Birmesen und Siamesen gefaultes Fischfleisch als Würzmittel gebraucht werden.

Ueber die Technik der Herstellung von Fischkonserven überhaupt enthält das Schriftchen des Werkmeisters R. Dudzius (1) alles Wissenswerte. Die Zusammensetzung des Salzherings ist bei Beythien (1) und 35 Atwater (1) angegeben.

Der Nährwert der gesalzenen und gepökelten Fleischwaren ergibt sich aus vorstehenden Zahlen über den Stoffverlust, den sie bei dieser Behandlung erleiden. Für die hygienische Beurteilung kommt insbesondere der Salzgehalt der behandelten Ware in Betracht; die 40 geringen Mengen Salpeter dürften ohne Einfluß auf die gesundheitliche Bewertung sein. Fr. Hofmann (1) nennt das Verfahren der Salzanwendung eine der ungünstigsten Methoden, weil es „nicht bloß den Geschmack, sondern den Nährwert in hohem Grade herabsetzt und schließlich das Fleisch ungenießbar macht. Durch das notwendig starke 45 Salzen wird zwar die Entwicklung der Fäulniskeime verhindert, zugleich aber ein großer Teil der löslichen Fleischsalze und Extraktivstoffe sowie des Eiweißes ausgelaugt und die Fleischfaser selbst in einen derberen und zäheren Zustand übergeführt." Nach den einleitenden Gesichtspunkten (s. S. 402) betrachtet, ist dies Verfahren deswegen irrationell, 50 weil das Fleisch bis in das an sich keimfreie Kernstück chemisch und physikalisch verändert wird. Es wird, zum Zwecke der Oberflächendesinfizierung, das Fleisch durch und durch verändert. Das, was erzielt

wird, kommt also genau genommen einer Fleischkonserve nahe. Die gepökelten Fleischwaren erfreuen sich aber trotzdem ihres Geschmacks wegen seit langer Zeit einer besonderen Beliebtheit.

§ 109. Die Haltbarmachung des Fleisches durch antiseptische Stoffe.

5 Bei diesem Verfahren wird von bestimmten chemischen Stoffen Gebrauch gemacht, die nicht mittelbar, durch Entziehung der für Bakterien erforderlichen Lebensbedingungen, sondern unmittelbar, durch ihre Beziehungen zum lebenden Protoplasma der Bakterien, wirksam sind.

Die am häufigsten zur Haltbarmachung des Fleisches verwendeten, 10 kurzweg als Konservierungsmittel bezeichneten chemischen Stoffe sind Borsäure und Borax, schweflige Säure und ihre Salze, sowie Formaldehyd. Für das Gebiet des Deutschen Reiches ist es seit dem Jahre 1902 verboten, bei der gewerbsmäßigen Zubereitung von Fleisch Borsäure und deren Salze, Formaldehyd, schweflige Säure und deren Salze, sowie 15 unterschwefligsaure Salze, Fluorwasserstoff und dessen Salze, Salicylsäure und deren Verbindungen, sowie chlorsaure Salze zu verwenden. Ebenso ist Hexamethylentetramin zu beurteilen. Auch darf Fleisch, das diese als gesundheitsschädlich angesehenen oder eine minderwertige Beschaffenheit der Ware zu verdecken geeigneten Stoffe enthält, nach Deutschland 20 nicht eingeführt werden. Diese chemischen Stoffe werden je nach ihrer Beschaffenheit so angewandt, daß das Fleisch teils in eine Lösung derselben getaucht, teils der Einwirkung des Gases ausgesetzt oder mit den festen Stoffen eingerieben oder vermischt und so, wie z. B. das amerikanische Trockenpökel-Rindfleisch, trocken gepökelt wird. In diesem 25 letzteren Falle tritt zu der unmittelbaren Wirkung auf vorhandene Bakterien noch eine gewisse Wasserentziehung.

Rubner (3) kennzeichnet zutreffend diese neueren Konservierungsverfahren in folgenden Worten: „Die früher geübte Nahrungsmittel- und Genußmittelkonservierung durch Kälte, Erhitzung, Wasserentziehung 30 mit und ohne Salzzusatz wird seit einer Reihe von Jahren durch die Versuche einer Nahrungs- und Genußmittel-Desinfektion in gewissem Umfange zu verdrängen gesucht. Eine Reihe von chemischen Präparaten gelten in kaufmännischen Kreisen als vorzüglich geeigenschaftet, die Nahrungsmittel frisch zu erhalten und die Anwendung der Kälte usw. 35 als überflüssig erscheinen zu lassen.“

Daß der Gebrauch dieser Antiseptika so erheblich gegenüber den seit altersher üblichen Verfahren der Konservierung zugenommen hat, liegt im wesentlichen darin, daß sie leicht und bequem zu handhaben sind, und daß ihre Verwendung keine größeren technischen Einrichtungen 40 erfordert und billig und nicht zeitraubend ist; man vergleiche hierzu Rost (2).

Bei der nachfolgenden Besprechung werden die Angaben über die entwicklungshemmenden und bakterientötenden Eigenschaften der genannten Stoffe in den §§ 120 u. 121 des Ersten Bandes und die plan-45 mäßigen Untersuchungen Behring's (1) als bekannt vorausgesetzt. Ueber die chemische Zusammensetzung einer großen Anzahl von Konservierungsmitteln, die vielfach unter Phantasienamen, ohne Angabe ihrer Bestandteile, in den Handel gebracht werden, geben u. a. die 50 Untersuchungen von Polenske (4) und von Venzke und Schorer (1) Aufschluß.

Borsäure und **Borax** sind seit dem Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts zur Haltbarmachung von Fleisch mit der Empfehlung des Aseptins (Borsäure und Alaun zu gleichen Teilen; Doppelaseptin: Borsäure 2 Teile, Alaun 1 Teil) durch NYSTRÖM (1), ferner durch BEDOIN, JOURDES und REDWOOD in Aufnahme gekommen, wenn auch 5 schon vorher die Borpräparate vereinzelt zu diesem Zweck verwendet wurden. Im Jahre 1880 bespricht HOFMANN (1) die konservierenden Eigenschaften der bereits praktisch gebrauchten Borsäure. Im Jahre 1887 empfahl LIEBREICH (1) die Borsäure und den Borax als Mittel zum Einstreuen und Verpacken für Seefische. 10

Das sogen. amerikanische Trockenpökel-Rindfleisch, d. h. Fleisch, das feucht durchgepökelt, mit Maschinen getrocknet, mit Borax bestreut und dann gepreßt wird, enthielt in POLENSKE's (3) Versuchen bis zu 3,9 Proz. Borsäure. Er fand in 51 während vier Jahre untersuchten Handelsproben bis 0,5 Proz. Borax zweimal, 0,5—1,0 Proz. siebenmal, 1,0—2,0 Proz. neunzehnmal, 2,0—3,0 Proz. dreizehnmal und 3,4 Proz. einmal. Nach den Angaben der amerikanischen Händler soll mit Borsäure oder Borax eingestreutes Fleisch 1—2 Proz. Borsäure enthalten. In Frankfurter Würstchen sind früher nach den Angaben der Fabrikanten 0,5 g Borsäure in 100 g Wurstmasse enthalten gewesen. Nach einer Vorschrift von MERGES (2) 20 sollen von einem Pökel (150 g Borsäure, 150 g Kalisalpeter, 200 g Kochsalz) 5 g zu 500 g Fleisch- oder Wurstmasse zugesetzt werden, d. h. etwa 0,3 Prozent. Nach DUFF (1) werden in Amerika ebenfalls 0,3 Proz. Borsäure bei der Herstellung verschiedener Würste verwendet. In konservierten Krabben sind bis über 3 Proz. Borsäure gefunden worden. 25 Auch dem Kaviar wird zufolge Angaben BERTENSON's (1) nicht selten Borsäure zugesetzt. Borpräparate sind außerdem angewendet worden oder sind außerhalb des Deutschen Reiches noch im Gebrauch für Schinken, Lachsschinken, Speck (bacon), Cervelat- und Blutwurst, Brühwürstchen usw. 30

Ueber die Mengen Borsäure, die beim Einlegen in Borsäure- oder Boraxpulver in das Innere des Fleischstückes eindringen können, und über die dabei entstehenden Gewichts- und Wasserverluste, verglichen mit der Wirkung anderer ähnlich wirkender Stoffe, geben KUSCHEL's (1) Befunde ein anschauliches Bild. Dieser bewahrte möglichst kubisch 35 geschnittene, etwa 150 g schwere Stücke von Rindfleisch, in nachbenannte (trockene) Stoffe eingepackt, bei + 4°, bezw. 18° und 37° C in verschlossenen Gläsern auf und untersuchte sie nach 8 Tagen im Kernstück (15 g schwer). Er erhielt die in nachstehender Tabelle verzeichneten Werte, die angeben, wieviele Teile in 100 Teilen Kernsub- 40 stanz des Fleisches gefunden wurden:

Aufbewahrungs-Temperatur des Fleisches	Borsäure	Borax	Neutrales schwefligsaures Natron	Salpeter	Kochsalz
+ 4°	3,00	1,76	5,82	8,35	15,69
+ 18°	3,85	1,67	8,93	13,95	15,89
+ 37°	5,14	3,53	16,00	21,45	15,45

Der mittlere Gewichts- und Wasserverlust betrug in abgerundeten Prozentzahlen:

Temperatur	Borsäure Gewichtsverlust	Borsäure Wasserverlust	Borax Gewichtsverlust	Borax Wasserverlust	Neutrales schwefligsaures Natron Gew.-Verl.	Neutrales schwefligsaures Natron Wasserverlust	Salpeter Gewichtsverlust	Salpeter Wasserverlust	Kochsalz Gewichtsverlust	Kochsalz Wasserverlust	Anmerkung
4°	3	6	9	11	26	32	+ 5	6	38	54*	Der Gewichtsverlust war infolge Salzeinwanderung niedriger als der Wasserverlust. Die mit * bezeichneten Proben waren ausgetrocknet und hart.
18°	5	7	4	5	30	39	+ 6	7	27	43*	
37°	18	23	15	19	31	47*	20	42	42	58*	

Die antiseptische Kraft der Borsäure und des Borax (s. Bd. I, S. 541) ist nach den übereinstimmenden Ergebnissen der zahlreichen einschlägigen Laboratoriumsversuche gering. Schon SIEBER (1) hatte die Fäulnis der Bauchspeicheldrüse nicht einmal durch gesättigte, vier-
5 prozentige Borsäurelösung unterdrücken können. R. KOCH (1) fand, daß die Sporen des Milzbrandbazillus in gesättigter Borsäurelösung nach sechs und zehn Tagen nur ein etwas verspätetes Wachstum, in 5-proz. Boraxlösung überhaupt keine Beeinflussung zeigten. KITASATO (1) stellte fest, daß 1,7- bis 2-proz. Borsäurezusatz Typhusbazillen in der Entwicklung
10 hemmte, ein solcher von 2,7 Proz. abtötete. Die gegen Säuren so empfindlichen Cholerabakterien wurden dagegen von Borsäure fast nicht geschädigt. FERMI (1), der die Wirkung dieser Säure mit derjenigen anderer Säuren auf 97 verschiedene Bakterienarten planmäßig untersuchte, gelangte etwa zu gleichen Ergebnissen. Nur STROSCHER (1) fand,
15 daß ein vorübergehender entwicklungshemmender Einfluß von 0,5 Proz. Borsäure auf Hackfleisch, das er selbst in sterilisierter Fleischhackmaschine herstellte, ausgeübt wird. Er stellte fest, daß 0,5 Proz. Borsäure und 0,024 g schwefliger Säure in Form eines natriumsulfithaltigen Präservesalzes in der in nachstehender Tabelle verzeichneten Weise
20 wirkten:

Zeit der Untersuchung des Hackfleisches beim Aufbewahren bei 18° C	Vergleichsprobe ohne Konservierungsmittel	Probe mit Borsäurezusatz	Probe mit Sulfitzusatz	Anmerkung
	1 g Fleisch enthielt Keime in Tausenden ausgedrückt			
sofort	328	—	—	[1]) Graue Verfärbung und leichter Fäulnisgeruch.
nach 4 Stdn.	426	311	274	[2]) Graue, schmierige Verfärbung und Fäulnisgeruch des Fleisches.
„ 24 „	87 230[1])	22 950	369	[3]) Zeichen der Fäulnis.
„ 48 „	1 514 700	750 921[2])	55 449	
„ 72 „	2 354 881	1 649 095	95 528[3])	

LANGE (1) hat Blut- und Hackfleischproben selbst durch Anwendung der Borsäure und des Borax in Mengen von 4 Proz. nicht steril machen, d. h. konservieren können. In drei- und vierprozentigen Lösungen wurde das Bakterienwachstum deutlich verzögert; das Fleisch war aber durch
25 seinen widerlich süßen Geruch oder durch sein schmieriges Aussehen (Lösung des Myosins durch den Borax) für den Genuß ungeeignet. LANGE

vertritt auch die Anschauung, daß Borsäure und Borax in mittleren Konzentrationen die Bildung stinkender Gase hintanzuhalten vermögen, so daß sie für eine gewisse Zeit über die wirkliche Beschaffenheit der Ware täuschen können; denn es waren in solchen Fleischstücken reichlich entwicklungsfähige Bakterien vorhanden, ohne daß, wie in den 5 Vergleichsproben und in denjenigen unter einem Prozent Borsäure, die äußeren Zeichen der bakteriellen Zersetzung, die riechenden Gase, sich warnend geltend machten. ROLLY (1) fand, daß bei der geringen hemmenden Wirkung der Borsäure und des Borax neben der spezifischen Borsäurewirkung auch eine solche der Säure und des Alkalis beteiligt ist. 10 Man vergleiche hierzu auch das Gutachten der Königl. Preußischen Wissenschaftl. Deputation für das Medizinalwesen (1) vom 23. Januar 1907.

Von besonderer Wichtigkeit erscheinen nicht nur für die Beurteilung der Borsäure sondern der Antiseptika überhaupt die Untersuchungen von BASSENGE (1), die auch LANGE's Beobachtungen bestätigen. Bouillon, 15 welche die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Mengen von Borsäure gelöst enthielt, wurde mit gleichen Mengen Kulturen geimpft; aus den Röhrchen wurde nach 24-stündigem Stehen im Brutschrank auf andere Nährböden übergeimpft. Das Ergebnis zeigt die Tabelle, in welcher das Pluszeichen die Anwesenheit lebender Bakterien bedeutet: 20

Untersuchte Bakterien	Borsäurezusatz in Prozenten			
	0,5	1,0	2,5	5
Bacillus VAN ERMENGEM-AERTRYCK	+++	++	++	+
Bac. VAN ERMENGEM-WILLEBROEK	+++	++	++	+
Bac. enteritidis FUTTERKAMP (BERNH. FISCHER)	+++	++	+	0
Bac. GAFFKY-EBERTH	+++	++	0	0
Bact. coli commune	+++	++	0	0

Diese Versuche lehren, daß die Borsäure in Mengen von 0,5 Proz. keinen hemmenden Einfluß auf irgend eine der untersuchten Bakterienarten ausübte, daß sie aber in 2,5- oder in 5-proz. Lösung nur einige Keime, nicht aber die gefürchteten Fleischvergiftungsbazillen VAN ERMENGEM's in ihrem Wachstum unterdrückte. Kulturen von diesen selben fünf 25 Bakterien waren selbst dann, wenn sie in 5-proz. Borsäurelösung sechs Tage lang im Brutschrank gehalten worden waren, nicht abgetötet. Ebensowenig war die Borsäure in Mengen von 5 Proz. einer Traubenzuckerbouillon zugesetzt imstande, den *Bac. botulinus* völlig zu vernichten.

Die **schweflige Säure** ist teils als Gas (SO_2), das aus brennendem 30 Schwefel sich entwickelt, teils in Form der primären oder sauren Salze ($NaHSO_3$) und besonders in derjenigen der neutralen Salze (Na_2SO_3) angewendet worden. KERP (1, 2, 3) nimmt an, daß die schweflige Säure mit den Eiweißstoffen des Fleisches in Bindung tritt, wie er das Bestehen einer gebundenen schwefligen Säure, der acetaldehydschwefligen 35 Säure, die sich aus der schwefligen Säure und dem Acetaldehyd des Weins bildet, durch Darstellung dieser Verbindung aus Wein (s. Bd. IV, S. 449) erwiesen hat und im geschwefelten Dörrobst (s. Bd. V, S. 73) die Bindung der schwefligen Säure an den Traubenzucker höchst wahrscheinlich machen konnte. Die gasförmige schweflige Säure wurde zuerst von 40 BRACONNOT für die Konservierung des Fleisches angewendet, indem er Fleisch den Dämpfen in Kammern aussetzte. LAMY umhüllte das so behandelte Fleisch noch mit Wachs, Gelatine oder Guttapercha. Die Zahl

der neutrale oder saure Sulfite enthaltenden, als „Präservesalze“ bezeichneten Mischungen war in Deutschland bis zum Jahre 1902 sehr groß. Nach einer Zusammenstellung von SCHMIDT (1) enthielten von 304 Proben Hackfleisch auf 100 g Fleisch: bis zu 20 mg SO_2 41 Proben, von 21 bis 50 mg 82, von 51—100 mg 90, von 101—150 mg 47, von 151—200 mg 17, von 201—250 mg 9, von mehr als 251 mg 18 Proben. Neuerdings wird, den Angaben WILEY's (3) zufolge, in den Vereinigten Staaten von Amerika Natriumsulfit zur Konservierung von sogen. Hamburg-steak (Hackfleisch) vielfach angewendet. HARRINGTON (1) fand in solchen Zubereitungen im Durchschnitt 0,3 Proz. schweflige Säure.

Die schweflige Säure ist ein schwaches Antiseptikum. Noch geringer ist die antiseptische Kraft der Sulfite. R. KOCH (1) hat, im Anschluß an die Untersuchungen WOLFFHÜGEL's über den Wert der schwefligen Säure als Desinfektionsmittel, festgestellt, daß die Säure, sowohl wenn sie auf trockene Objekte als auch wenn sie gleichzeitig mit Wasser oder Wasserdampf einwirkt, einen eigentlichen Desinfektionswert nicht besitzt. Das gleiche gilt für das Calciumhydrosulfit. Auf die Sporen des Milzbrandbazillus wirkte schweflige Säure fast gar nicht ein. Im übrigen sind bakteriologische Untersuchungen an Fleischstücken, die mit Sulfiten behandelt wurden, nicht bekannt geworden; es sind deshalb hier noch die Versuche über die Beeinflussung des Keimgehalts von Hackfleisch, d. h. zerkleinertem Rindfleisch, durch die Salze der schwefligen Säure zu besprechen. GÄRTNER (2) fand, daß Hackfleisch trotz des Zusatzes von 0,1 Proz. Sulfit (0,023 Proz. SO_2) und 0,4 Proz. nach 24-stündigem Liegen bei Zimmertemperatur reicher an Bakterien war als Hackfleisch, das gleich lange im Eisschrank ohne Sulfit gelegen hatte. Die von E. MAYER (1) untersuchten Hackfleischproben des Handels waren trotz zugesetzten Sulfites so reich an Bakterien wie etwa das Berliner Sielwasser. Nach BORNTRÄGER (1) waren im Jahre 1900 in Danzig von 113 als frisch eingekauften, sulfithaltigen Hackfleischproben 6 verdorben und 21 eben noch brauchbar. Auch in STROSCHER's (1) Untersuchungen an mehreren dem Handel entnommenen und selbst hergestellten Hackfleischproben zeigte Sulfit in den üblichen Mengen (1—2 g auf 1 kg) keinerlei nennenswerte antiseptische Wirkungen auf die Keime des Hackfleisches und war nicht imstande, es zu konservieren. LANGE (1) fand, wenn er Blut mit Natriumsulfit in verschiedenen Konzentrationen versetzte, keine Spur einer bedeutenderen nachteiligen Beeinflussung der Mikroorganismen. Bei 0,5-, 1,0- und 2-proz. Proben übertraf die Keimzahl im Gegenteil die im Kontrollblut enthaltene. Im weiteren Verlaufe der Beobachtung nahm die Anzahl der Keime in sämtlichen (bis 4-proz.) sulfithaltigen Proben zu. Das gleiche Ergebnis hatten Versuche mit Hackfleisch. Eine erhebliche Beeinflussung der Bakterien trat nicht ein, trotzdem hatten die Fleischproben das Aussehen und den Geruch frischen Fleisches; etwa vom 2. oder 3. Tage an, wo es die leuchtend rote Farbe nach und nach verlor, entwickelten sich die Bakterien mit einer besonderen Schnelligkeit und Intensität. In ALTSCHÜLER's (1) Versuchen enthielt Hackfleisch in stinkendem Zustand 1,8 Millionen Keime im Gramm, während entsprechendes, aber mit einem Prozent Sulfit versetztes Fleisch erst bei einem Gehalt von 4,8 Mill. Keimen sich auch durch stinkende Gase als verdorben kenntlich machte. Im Sulfit liegt ein typisches Mittel vor, das nicht so sehr seiner antiseptischen Eigenschaften als seiner Wirkung wegen verwendet wird, um das Fleisch rot zu erhalten oder grau gewordenem Fleisch die rote

Farbe wiederzugeben, selbst wenn es die ersten Grade der Zersetzung aufweist. Es ist also nach den Feststellungen von RUBNER (5), STROSCHER (1), A. KRAUS und SCHMIDT (1), ALTSCHÜLER (1) u. a. geeignet, über die wirkliche Beschaffenheit der Ware zu täuschen und Fleisch den Anschein der Frische zu verleihen. Nach RUBNER's (2 u. 5) Versuchen besitzt die schweflige Säure die Eigenschaft, den Muskelfarbstoff in gewissem Umfange zu konservieren.

Der **Formaldehyd** kommt meistens in gasförmigem Zustand bei der Konservierung von Fleisch zur Anwendung. STROESE (1) verwendete einen eigens hierzu konstruierten ventilierbaren Schrank zur Aufbewahrung von Fleisch, wobei der Raum, in dem das Fleisch hing, ständig von steriler, durch Watte streichender Luft durchströmt wurde. Verschiedentlich wird der Formaldehyd auch in wässeriger Lösung, als Formalin (s. Bd. I, S. 545), zur Konservierung benutzt, indem die Fleischstücke in die Flüssigkeit eingetaucht werden; teilweise hat man nach der Behandlung mit Formaldehydlösung noch Kohlensäuregas unter hohem Druck einwirken lassen. HAMARD's Angaben zufolge soll es schon nach einem Tag nicht mehr möglich sein, Formaldehyd durch den Geruch, nach zwei Tagen durch chemische Prüfung nachzuweisen. Neuerdings hat in Frankreich, wo der Verkauf von mit Formaldehyd behandelten Lebensmitteln verboten ist, HAMARD (1) der Formaldehydanwendung das Wort geredet. Nach einem diesem Autor entnommenen Citat hat POUCHET die Formaldehydkonservierung nach folgenden Richtungen hin experimentell geprüft. Er ließ auf Rind-, Hammel- und Schweinefleisch und auf nicht ausgeweidete Hühner Formaldehyd unter Druck einwirken, hängte sie an Eisendrähten im Laboratorium, der Luft unmittelbar ausgesetzt, auf und untersuchte nach 1—105 Tagen das konservierte Fleisch auf dessen Gehalt an Wasser, Trockensubstanz, Asche, Eiweiß, Stickstoff und Ammoniakstickstoff. Die Konsistenz war viel weicher geworden, mit Ausnahme der trockener gewordenen Oberfläche, der Wassergehalt hatte etwas abgenommen, erst nach dem 40. Tag etwa stieg der Ammoniakgehalt (bei den Hühnern schon innerhalb 19 Tage), als ein Zeichen der Zersetzung, an, wie nachfolgende Tabelle zeigt:

	Der Ammoniak-Stickstoff betrug in g bei:					
	normal	nach 1 Tag	nach 19 Tagen	nach 43 Tagen	nach 74 Tagen	nach 105 Tagen
Rindfleisch (71,95 Proz. Wasser, 28,05 Proz. Trockensubstanz)	0,031	0,033	0,034	0,067	0,112	0,360
Hammelfleisch (56 Proz. Wasser, 44 Proz. Trockensubstanz)	0,029	0,031	0,034	0,058	0,081	0,162
Schweinefleisch (37,5 Proz. Wasser, 62,5 Proz. Trockensubstanz)	0,031	0,036	0,045	0,057	0,113	0,382
Hühnerfleisch (69,5 Proz. Wasser, 30,5 Proz. Trockensubstanz)	0,028	0,082	0,134	0,375		

Infolge des angewendeten hohen Druckes war Formaldehyd durch die ganze Dicke des Fleisches, bis zu den Knochen, vorgedrungen, wie sich durch die Färbung mit Rosanilinchlorhydrat nachweisen ließ. Trotzdem soll später Formaldehyd selbst nicht in Spuren nachweisbar gewesen sein. Der Formaldehyd ist ein ziemlich starkes Desinfektionsmittel, vermag aber doch nicht in den angegebenen kleinen Mengen die Bakterienentwicklung nennenswert zu beeinflussen. Pathogene Keime

werden erst bei Zusätzen von mindestens ein Prozent Formaldehyd abgetötet, d. h. durch Mengen, die sich schon durch den Geruch und Geschmack der damit behandelten Lebensmittel verbieten. Hierüber vergleiche man Hess (1). Ueber die antiseptischen Eigenschaften des Formaldehyds, insbesondere dessen Einwirkung auf die Sporen des *Bacillus subtilis*, hat neuerdings Perdrix (1) Versuche angestellt. Auch Anderson (1) hat in letzter Zeit eingehend die antiseptischen Eigenschaften des Formaldehyds geprüft. Außerdem desodorisiert der Formaldehyd und soll durch seine geruchsverdeckenden Eigenschaften in gewissem Umfang eine bakterielle Zersetzung verdecken können. Er geht mit Eiweißstoffen Verbindungen ein, verliert dadurch aber nicht seine Wirksamkeit, sondern ist noch nach Wochen daraus wieder abzuscheiden.

Dem Formaldehyd gleich zu beurteilen ist das Formaldehyd abspaltende Hexamethylentetramin. Ueber Paraformaldehyd, Trioxymethylen und andere feste Polymere des Formaldehyds vergleiche man die chemischen Untersuchungen von Auerbach (1), sowie Auerbach und Barschall (1).

Fluorwasserstoff und seine Salze (Fluornatrium), Salicylsäure und ihre Verbindungen, Benzoesäure, Aluminiumsalze und Ameisensäure sind vereinzelt angewendet worden, worüber die erwähnten Lehrbücher, besonders das von J. de Brevans (1), die Technische Begründung (1), Reichardt (1), Plagge und Trapp (1), Rideal (1), Kayser (1), sowie Eccles und Duckwall (1) einzusehen sind. Neuerdings hat Doepner (1) das phosphorsaure und benzoesaure Natron, die essigsaure und weinsaure Tonerde sowie die Ameisensäure auf ihre entwicklungshemmenden und keimtötenden Eigenschaften untersucht. Nur das benzoesaure Natron zeigte eine hinreichende konservierende Wirkung auf Fleisch, die diejenige der Kälte des Eisschranks übertraf, erwies sich jedoch als schädigend für gesunde Tiere. Das phosphorsaure Natron besitzt, ähnlich wie die schweflige Säure, fleischrötende Eigenschaften und ist deshalb ebenfalls geeignet, altes Fleisch frisch erscheinen zu lassen und, zufolge Kickton (1), die Verwechslung von Pferdefleisch mit Rindfleisch zu fördern, über deren Unterscheidung mit Hilfe der Präcipitinreaktion (s. S. 391) neuerdings Weidanz (1) gearbeitet hat.

Was die Beurteilung der chemischen Konservierungsmittel anlangt, so sind sie angeblich derart, daß sie das Fleisch in seinem Nähr- und Genußwert nicht beeinträchtigen; ebensowenig soll der Mensch beim Genuß so konservierten Fleisches irgendwelche Schädigungen erfahren. Gerade hier ist aber vielfach bei Empfehlung der fäulniswidrigen Stoffe übersehen worden, daß nur diejenigen Chemikalien Konservierungsmittel sein können, die dauernd konservierend wirken, nicht aber solche, die im günstigsten Falle für ein oder mehrere Tage die Entwicklung von Spaltpilzen oder auch nur gewisser Arten zu verzögern vermögen. Dies ist der eine Angelpunkt dieser wichtigen Frage, ob die Zumischung von Stoffen, die antiseptisch wirken, d. h. für das Protoplasma der Bakterien giftig sind, dem Fleisch für den menschlichen Genuß selbst bei jahrelangem oder gar dauerndem Gebrauch auch nicht die geringste schädliche Eigenschaft verleihen; denn es handelt sich hier nicht um ein Zusetzen dieser Stoffe, dem vor dem Genuß etwa ein Wiederauswaschen derselben folgt. Der Konsument genießt die zugesetzten Desinfektionsmittel mit dem Fleisch. Aber noch nach einer zweiten Richtung hin sind diese Stoffe zu prüfen, ob sie als Mittel zur Beschwerung mit Wasser dienen und imstande sind, durch Vortäuschung einer besseren Beschaffenheit infolge röterer Farbe, die sie dem Fleisch verleihen, Ver-

deckung des Fäulnisgeruchs usw. das Publikum über die wahre Beschaffenheit der Ware zu täuschen. Denn es werden, wie nachgewiesen ist, die verschiedenen Bakterien verschieden schnell getötet, häufig werden aber gerade die harmlosen zuerst ergriffen, während die gefährlichen übrig bleiben. Im übrigen sind die einzelnen Antiseptika jedes für sich 5 nach dem Einfluß auf die Bakterien und nach seiner Schädlichkeit für den menschlichen Körper beim Genuß zu prüfen und zu würdigen.

In denjenigen Mengen, in denen die besprochenen Stoffe vielleicht hygienisch unbedenklich wären, ist keiner geeignet, Fleisch zu desinfizieren und damit für die Dauer haltbar zu machen. Bezüglich der hygienischen 10 Beurteilung dieser Stoffe vergleiche man die Technische Begründung (1), sowie GRUBER, LEHMANN und PAUL (1), wegen Borsäure RUBNER (4), ROST (1 u. 2), LIEBREICH (2 u. 3) und WILEY (1), wegen schwefliger Säure PFEIFFER (1 u. 2), KIONKA (1), KIONKA und EBSTEIN (1), JACOBJ und WALBAUM (1), ROST und FRANZ (1) und WILEY (3), wegen Fluornatrium PERRET (1). 15

Im Anschluß hieran sei noch auf den Essig, eine drei- bis sechsprozentige Essigsäure, hingewiesen, der, wie saure Milch, hauptsächlich der Konservierung von Fleisch für einige Tage im Haushalt dient. Durch die Einwirkung des Essigs, in den das Fleisch gelegt wird, lockert sich das Bindegewebe, so daß zähes Fleisch mürbe wird. Bis- 20 weilen wird das Fleisch auch mit einem Essigspray behandelt. In Essig unter Verwendung von Schmeckstoffen eingelegte Fische (Heringe u. dgl. m.) heißen marinierte Fische.

R. EMMERICH (1) hat die verschiedenen Verfahren, Fleisch in rohem Zustand dadurch zu konservieren, daß in die Blutgefäße Salzlösung, Essig, 25 Methylalkohol, Salicylsäure, Glycerin, Alaun- und Pottaschenlösung unter hohem Druck eingespritzt wird, durch eine Methode zu verbessern gesucht, durch die der Wassergehalt des Fleisches nicht erhöht und das Fleisch nicht verändert werde. Von der eine Verallgemeinerung jedenfalls nicht zulassenden Vorstellung geleitet, daß bei der Fleischfäulnis die 30 Infektion im wesentlichen von den größeren Blutgefäßen ausgehe und hier von den größeren Gefäßen bis zu den kleineren nur langsam vordringe, läßt EMMERICH die Tiere in gewöhnlicher Weise schlachten, aber so ausweiden, daß die größeren Gefäßstämme im Bauch und in der Brusthöhle nicht verletzt werden. Vor der Zerteilung wird dann der An- 35 fangsteil der größeren Blutgefäße (Schlag- und Saugadern) mit einer geeigneten antiseptischen Flüssigkeit (Essigsäure) aber ohne Anwendung von Druck ausgespült. Neuerdings haben EMMERICH (2) und DEICHSTETTER und EMMERICH (1), von der Ueberlegung geleitet, daß die Infektion des Fleisches auch von der Oberfläche und den Schnittflächen 40 aus erfolge, das zu konservierende Fleisch durch ein aseptisches Schlachtverfahren gewonnen (s. S. 430).

§ 110. Die Haltbarmachung des Fleisches durch Aufbewahrung unter Luftabschluß, insbesondere nach vorhergehendem Kochen.

Der Grundgedanke dieses Verfahrens besteht darin, das vorher eigens 45 keimfrei gemachte Fleisch durch Anwendung des Luftabschlusses in Gläsern oder Blechbüchsen oder durch Ueberzüge mit Ceresin, Leim u. dgl. m. keimfrei zu erhalten. Die Keimfreimachung wird in der Regel durch Erhitzen des Fleisches erreicht. Meist bezeichnet man diese Sterilisierung durch Hitze als das Ausschlaggebende, während doch die Ver- 50

hinderung des Zutritts von Luft zu dem keimfrei gemachten Fleisch das Wesentliche dieser Art von Haltbarmachung ist. Auch geräuchertes (s. S. 405) oder durch aseptische Schlachtverfahren (s. § 112) gewonnenes Fleisch, das zu völliger Keimfreiheit nicht gelangt, wird durch Luftab-
5 schluß vielfach konserviert.

Zunächst ist das Sterilisieren durch Kochen mit nachfolgendem Aufbewahren in Gläsern oder in Büchsen zu besprechen. Dieses für Fleisch (wie auch für Gemüse, Obst usw.) anwendbare Verfahren verdankt seine Entstehung den praktischen Versuchen APPERT's (1, 2, 3), der es im
10 Jahre 1804 auffand, in den folgenden Jahren weiter ausbaute und 1809 zum ersten Male beschrieb (s. S. 401). Er spricht sich über die Prinzipien seines Verfahrens nach dem Wortlaute der deutschen Ausgabe vom Jahre 1822 folgendermaßen aus: „1. daß die Wärmematerie die Eigenschaft allein besitzt, nicht allein die Verbindung der Bestandteile
15 tierischer und vegetabilischer Stoffe zu verändern, sondern auch ihre natürliche Neigung zum Verderben, wenngleich nicht ganz zu zernichten, doch wenigstens auf mehrere Jahre abzuhalten; und 2. daß ihre Anwendung auf eine dem Gegenstande angemessene Art bei ganz vollkommenem Abschluß der Atmosphäre darin eine Veränderung bewirkt,
20 wodurch sie während mehreren Jahren mit ihren natürlichen Eigenschaften sich vollkommen gut zu erhalten, geschickt gemacht werden.“ An anderer Stelle sagt er: „Alle organischen Körper der Natur besitzen eine natürliche Tendenz zum Verderben oder Zersetzung, sobald die Lebenskraft sie verlassen hat; und der Zutritt der freien Luft ist eine
25 Bedingung, ohne welche keine Fäulung der tierischen und keine Gärung vegetabilischer Körper statthaben kann. Die vollkommene Abschließung der Luft ist daher eins der sichersten Mittel, solche Körper gegen das Verderben zu schützen und mit ihren natürlichen Eigenschaften zu erhalten. Dieser Satz findet hier seine völlige Anwendung im strengsten
30 Sinne des Worts, und man kann es nicht bestimmt genug sagen, daß die geringste Versäumung dabei das Mißlingen der ganzen Arbeit nach sich zieht.“ Das Verfahren APPERT's besteht, unter Weglassung aller bis ins einzelne beschriebenen Handgriffe, in folgendem: „1. Man schließt diejenigen Körper, welche man aufbewahren will, in gläserne Flaschen
35 oder andere Geschirre mit weitem Bauche ein; 2. man verschließt diese Gefäße mit der größten Sorgfalt, denn vorzüglich von dem Verstopfen derselben hängt der ganze Erfolg der Arbeit ab; 3. man bringt diese Gläser, nachdem sie wohl verschlossen sind, in ein Wasserbad und setzt sie der Wärme des kochenden Wassers während mehr oder weniger Zeit
40 aus, je nachdem ihre Natur es erfordert; und 4. nimmt man die Gefäße zur bestimmten Zeit wieder heraus.“

Dieses Verfahren, dessen segensreiche Wirkung die französische Regierung seinerzeit voraussah, und für das der Minister des Innern 12000 Franken dem Erfinder APPERT unter der Bedingung bewilligte,
45 daß dieser seine Methode bis in alle Einzelheiten veröffentliche, ist im Wesen unverändert geblieben und ist die Grundlage und der Ausgangspunkt vieler neuer, angeblich selbständiger Erfindungen.

Anstatt der zerbrechlichen Gläser werden jetzt in der Regel runde oder eckige Blechbüchsen (cans) verwendet. Anstatt mit Kork verschließt
50 man sie mit einem Blechdeckel, der luftdicht mit maschinellen Einrichtungen aufgepreßt, aufgefalzt, wird, entweder sofort vollständig oder zunächst bis auf ein kleines Loch, erhitzt im ersteren Fall im Wasserbad, im letzteren im Dampfapparat und lötet dann das Loch zu. Neuerdings

wird, besonders in Amerika, die Erhitzung der Büchsen in völlig verschlossenem Zustand vorgenommen, sodann werden die Büchsen mittels einer besonderen Maschine im Vakuum angestochen und nach dem Ausströmen der Luft automatisch verlötet, hierauf in 240° heißes Oel getaucht. Gläser verschließt man durch einen mittels Gummirings abgedichteten Glasdeckel, der durch Druckvorrichtung aufgepreßt wird.

Wie schon APPERT betonte, muß eine wirkliche Erhitzung des ganzen Inhalts der Büchse gleichmäßig erfolgen. Werden größere Stücke Fleisch, deren Schnittflächen allein keimhaltig sind, konserviert, so ist es nicht erforderlich, daß auch der Kern des Fleischstücks die Temperatur von etwa 100° annehme, da es ja an sich keimfrei ist; bei den meisten Konserven sind es aber kleine Stücke, die von allen den Schnittflächen aus infiziert sein können, die zur Verwendung kommen. Deshalb ist es notwendig und VALLIN (1) hat schon darauf aufmerksam gemacht, daß die Erzielung der erforderlichen Temperatur in allen Teilen des Büchseninhalts gewährleistet wird. PFUHL (1) hat in ausgedehnten Versuchen diese Temperatur und den Temperaturanstieg in der Büchse mit Thermoelementen gemessen, nachdem schon früher WOLFFHÜGEL und HUEPPE (1) umfassende Untersuchungen über das Eindringen der Hitze in das Fleisch bei seiner Zubereitung angestellt und gefunden hatten, daß selbst bei Temperaturen von 110—130° C im Dampfkochtopf die Temperatur im Innern des Fleisches nur bei den kleinen Büchsen über 100° stieg, bei den mittelgroßen und großen aber unter 100° blieb. Vor PFUHL hat auch ABEL (1) mittels Kontaktthermometer die Temperatur im Innern des Fleisches beim Kochen bestimmt. In den Versuchen KOCH's, GAFFKY's und LOEFFLER's (1) wurde nachgewiesen, daß mit Wasser gefüllte Glasgefäße, welche in einen luftdicht abgeschlossenen Dampfkochtopf gebracht werden, je nach der Größe und der Menge des Inhalts verschieden schnell, in allen Fällen aber erst nach längerer Zeit die Temperatur des umgebenden gespannten Dampfes annehmen. „Das Thermometer des Topfes gibt nur die Temperatur des Dampfes, nicht aber diejenige in den mit Flüssigkeiten gefüllten Gefäßen an.“ Auf die Bedeutung, welche diese Beobachtungen für die Büchsen- oder Gläserkonserven, die im Wasserbad oder im Dampfkochtopf erhitzt werden, besitzen, haben die erwähnten Forscher bereits im Jahre 1881 hingewiesen.

Für das Verständnis der physikalischen Vorgänge, die beim Erwärmen des Fleisches vor sich gehen, sind LIEBIG's (1) und CRAMER's (1) Versuche sowie die grundlegenden Untersuchungen RUBNER's (6) von Bedeutung. CRAMER untersuchte das sogen. Koagulationswasser, das beim Erhitzen von in verschlossenen Gefäßen aufgehängten Fleischstücken infolge Koagulation des Eiweißes ausgepreßt wird; bei 50—55° C betrug es 7,3—9,7 Proz., bei 100° C aber 35,1—36,4 Prozent.

RUBNER (6) hat für die Durchwärmung von Fleisch beim Kochen festgestellt, daß bei der Wärmeübertragung zwischen den festen Bestandteilen, dem flüssigen und dem in den Zellen fixierten Wasser zu unterscheiden ist, und daß infolge der Zusammenziehung der Gewebe, der Auspressung von Wasser und des damit wechselnden Leitungsvermögens, der Verringerung der Wegstrecke und der relativen Vergrößerung der Oberfläche die Gewebe in jedem Augenblick der Erwärmung andere Eigenschaften haben. Das Eindringen und Vorschreiten der Wärme ist, wie sich durch Messung mit Thermoelementen ergab, in den einzelnen Perioden nicht gleichartig. Die zur Erreichung der Endtemperatur von

100° erforderliche Zeitdauer bei verschieden großen Stücken rohen Fleisches ist in nachstehender Tabelle verzeichnet:

Seitenlänge, in cm	Gewicht, in g	Oberfläche, in qcm	Zeitdauer, in Minuten
6	226	144	44.2
8	530	256	93.3
10	1054	400	126.7
11	1403	484	136.3

Das Vordringen der Wärme in tierischen Geweben hängt nach Rubner ab: 1. von der Temperaturdifferenz zwischen dem Zentrum und den 5 Begrenzungsflächen. 2. von dem Leitungsvermögen der Gewebsteile und 3. von dem Wasserwert der Substanz, der sich aus Dichte und spezifischer Wärme ergibt. Ein noch schlechterer Wärmeleiter als Fleisch ist das Fett. In Speck drang die Wärme 1.82-mal langsamer ein. Bei der Beurteilung des Erhitzens gefüllter Konservenbüchsen in einem Kessel ist 10 also im Auge zu behalten, daß die verschiedensten Umstände beteiligt sind, wie Lage der Büchsen am Umfang und in der Mitte, Bildung von Luftinseln zwischen den Büchsen, schlechte Wärmeleitung des Büchseninhalts, die das Innere der Konservenbüchsen nicht auf die Temperatur des gespannten Dampfs gelangen lassen. Die Prinzipien des fraktionierten 15 Sterilisierens sind bereits auf S. 531 des Ersten Bandes besprochen worden; man vergleiche hierzu Macphail's (1) Verfahren.

Hinsichtlich der grundlegenden Versuche über die Beeinflussung von Bakterien durch trockene Hitze, heißes Wasser und Dampf kann auf die §§ 117 und 118 des Ersten Bandes verwiesen werden. Im übrigen gibt 20 der § 113 des vorliegenden Bandes Aufschluß über die zur vollständigen Sterilisierung gefüllter Konservenbüchsen erforderlichen Temperaturen, die Dampfspannung und die einzuhaltenden Erhitzungszeiten.

Ueber die Veränderungen des Fleisches durch das Kochen und Dünsten, insbesondere über den Wasserverlust, vergleiche man Noth- 25 wang (2), Niemann (1), Ferrati (1), Milroy (1), Peters (1), Grindley und Mojonnier (1) und Nawiasky (1), über die Aenderung der Zähigkeit K. B. Lehmann (1). Ueber die chemische Zusammensetzung der Fleischkonserven haben Pellerin (1) und Wiley (2) Untersuchungen angestellt. Wegen sonstiger technischer Einzelheiten sei auf Bischoff und Wintgen (1), 30 Wiley (2), Vallin (2), J. de Brevans (1), Dosquet (2), Rocques (1) und insbesondere Pfuhl (1—4) verwiesen. Dosquet (2) empfiehlt zur Kontrolle der im Autoklaven tatsächlich erreichten Temperatur die Registrierung der Temperatur und Dauer der Erhitzung bei jeder Kochung durch Plattenfedermanometer auf Papierstreifen. Sonst hat 35 man auch vorgeschlagen und praktisch ausprobiert die Anbringung eines Tropfens Lot einer bei 117° C schmelzenden Metalllegierung an den Büchsen.

Die Lieferungsbedingungen für präserviertes Rindfleisch und Hammelfleisch, insbesondere für das gekochte Pökelrindfleisch (corned beef), an die deutsche Marine sind im elften Bande der „Zeitschrift für Fleisch- 40 und Milchhygiene“ abgedruckt.

Wertvolle Angaben über die Vorschriften zur Herstellung von Konserven für die Armee in Frankreich gibt Hamard (1) auf Grund des „Cahier des charges du 16 août 1901 pour la fourniture des conserves de viande françaises ou coloniales“. Das Fleisch darf nur zu bestimmten 45 kühlen Tageszeiten verarbeitet werden; es darf nicht früher als acht

und nicht später als achtzehn (in den Kolonien zwölf) Stunden nach der Tötung des Tieres verwendet werden. Zunächst erfolgt ein Vorkochen (cuisson préliminaire oder blanchiment, engl.: parboiling), wobei das Fleisch 45 Proz. seines Gewichts als Bouillon abgibt, die zur Herrichtung der Konserve Verwendung findet. Das endgültige Sterilisieren 5 der verschlossenen Büchsen geschieht so, daß die Büchsen zunächst in Wasser von 80 ° C gestellt und dann im Autoklaven (s. Bd. I, S. 530) unter Anwendung von Temperaturen von 118—120 ° während zweier Stunden erhitzt werden, wobei die Temperatur durch ein unter Plombenverschluß zu haltendes registrierendes Thermomanometer aufgezeichnet wird. Doch 10 sollen nach den Angaben HAMARD's, der sich auf DAROLLE's Versuche stützt, Temperaturen von 115 ° während 1 Stunde 45 Minuten und von 110 ° während 2 Stunden 15 Minuten für Stücke Fleisch von 500 g Anfangsgewicht ausreichen. Hierzu ist ferner einzusehen BROUARDEL (1) und RÖDEL (1). In dem Berichte des letztgenannten Forschers finden 15 sich auch wichtige Mitteilungen über die Fortschritte in der Herstellung von Luxus- und Fischkonserven in Frankreich und anderen Kulturstaaten, wonach APPERT's Verfahren allgemein geübt wird.

Ueber die sogen. Störungserscheinungen im Großbetrieb, bei ungenügendem Erhitzen oder bei Undichtwerden des Verschlusses beim 20 Erhitzen, wird in § 113 berichtet werden.

Die so wichtige Frage nach dem Material der Weißblechbüchsen, der Verzinnung und Lackierung, nach der Zulässigkeit des Bleilots usw. ist von GAUTIER (2), K. B. LEHMANN (2 u. 3), RÖSSING (1) und HAMARD (1) behandelt worden. So führt LEHMANN u. a. an, daß längere Zeit in 25 Büchsen aufbewahrte Delikateßheringe in den Randpartien Zinnmengen enthielten, die 450 mg in 1 kg entsprachen. DOSQUET (2) druckt die besonderen Bedingungen ab, welche die deutschen Armeekonservenfabriken an die Güte und Beschaffenheit des zu den Büchsen zu verwendenden verzinnten Eisenblechs stellen. Den Luftabschluß hat man auch mit 30 den antiseptischen Eigenschaften der Kohlensäure (s. Bd. I, S. 459 u. 537) zu verbinden versucht und also empfohlen, die gefüllten Gefäße auszupumpen und an Stelle der Luft mit Kohlensäure unter Druck anzufüllen; RIDEAL (1) hat dieses Verfahren von L. SMITH in Chicago besprochen. Er macht auch Angaben über das Chlorcalciumverfahren, den 35 Aberdeen-Jones-Vakuum-Prozeß und SALZER's Baltimore-Prozeß.

Man hat auch versucht, den Luftabschluß dadurch zu erreichen, daß man Fleisch und Fleischwaren mit einem Ueberzug von Talg, Leim, Erdwachs, Guttapercha, der sogen. Jelamasse (1) u. dgl. m. versieht oder in Oel, Fett einlegt (Sardinen und Tunfisch in Oel, Gänseleberpastete). So 40 werden nach dem Verfahren von LANWER und RÜPING (1) hauptsächlich geräuchertes Fleisch (Schinken) und geräucherte Wurst zunächst in eine etwa 80 ° warme Ceresinschicht getaucht, sodann mit einer Leimschicht umgeben, die nach dem Erstarren durch Einlegen der allseitig durch die Leimschicht eingeschlossenen Ware in eine dünne Formaldehydlösung 45 (s. Bd. I, S. 574) gehärtet wird. Ueber die Versuche DOSQUET-MANASSE's (1 u. 2), ein möglichst aseptisch hergerichtetes Fleisch zum Einlegen in die Büchsen oder Gläser zu bringen, wird in § 112 das Erforderliche gesagt werden.

Die Wirkung tierischer und pflanzlicher Fette auf Bakterien ist 50 von BINAGHI (1), HIEROCLÈS (1) und CHIAPPELLA (1) untersucht worden. Im Olivenöl des Handels wurden vierzehn verschiedene Arten, darunter *Micrococcus candicans* und *Bacillus subtilis* gefunden. In Olivenöl zeigten

die Kulturen der nachbenannten Bakterien-Arten nach 15—180 Tagen die in der folgenden Tabelle verzeichnete Beeinflussung:

Bakterien-Art	15	20	25	30	40	45	50	60	180	Anmerkung
Staphylococcus aureus	+ +	+ +	+ +	+ +	*	+	+ !	—		Es bedeutet +: Verlangsamung; + !: letztes beobachtetes Vorkommen; —: frei von lebenden Bakterien; * nicht untersucht.
Streptococcus pyogenes	+ +	+ +	*	+	*	+	+ !	—		
Bacillus pyocyaneus	+ +	*	+ +	+ +	+	+ !	—			
Bacterium coli commune	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ + !	—			
Bacillus typhi	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ + !	—			
Vibrio cholerae	+ + !	—								
Bac. anthracis (Sporen)	*	*	*	*	*	*	*	*	+	
Bac. pseudotuberculosis	*	— +	*	+ + !	—					

Die Herstellung der Büchsenkonserven hat es ermöglicht, die verschiedenartigsten Fleischsorten, Wildbret, Geflügel, Fische, Krusten- und 5 Weichtiere haltbar zu machen. Vom gesundheitlichen Standpunkt sind sie, sofern sie von gesunden Tieren (s. S. 401) stammen und kunstgerecht (s. § 113) hergestellt sind, einwandfrei. Ihre Haltbarkeit ist meist eine hinreichend lange. Nur sind Einwendungen gegen die lange Dauer des Erhitzens bei hohen Temperaturen erhoben worden, die das Fleisch in der Regel 10 die Eigenschaften des gekochten Fleisches mehr oder weniger ganz verlieren und sich hinsichtlich Struktur, Konsistenz, Nähr- und Geschmackswert von den Erzeugnissen entfernen lassen, die der Entdecker des Verfahrens, Appert, herzustellen bestrebt war.

§ 111. Die Haltbarmachung des Fleisches durch Abkühlung 15 oder Gefrierenlassen.

Der Grundgedanke dieses Verfahrens besteht darin, daß das Fleisch, ohne daß Stoffe ihm zugesetzt oder Bestandteile entzogen werden, dadurch, und zwar im rohen Zustand, konserviert wird, daß den auf dem Fleisch angesiedelten Bakterien durch Halten bei niedriger Temperatur 20 die Wachstumsmöglichkeit entzogen wird. Es entspricht also dieses Prinzip mehr als die vorher geschilderten Verfahren den Anforderungen, die man theoretisch an zu konservierendes Fleisch zu stellen hat. Nur macht sich hierbei der Uebelstand bemerkbar, daß nach der Unterbrechung der Kälteanwendung beim Auftauen das Bindegewebe sich 25 lockert und die während der Konservierung nicht abgetöteten Bakterien sich rasch entwickeln und das Fleisch schnell zersetzen; besonders das Eisfleisch beschlägt sich bei Zutreten wärmerer Luft mit Tau, auf dessen ungünstige Wirkung schon im Jahre 1880 Hofmann (1) aufmerksam gemacht hat. Daß Fleisch unter Umständen in Eis unbegrenzt haltbar 30 ist, zeigen die im Eis der Lena aufgefundenen Mamuthe, deren Fleisch vollständig erhalten war.

Die Anwendung der Kälte kann entweder durch Legen des Fleisches auf Eis geschehen, oder durch Aufbewahren im Eisschrank, oder durch Aufhängen ausgekühlten Fleisches in Kühlräumen mit kalter stehender 35 oder kalter ventilierter Luft, oder schließlich durch Gefrierenlassen und Versendung und Aufbewahrung bis unmittelbar vor dem Genuß in gefrorenem Zustand. Der im Haushalt und in Fleischerläden gebrauchte Eisschrank läßt in der Regel Temperaturen unter $+6^{\circ}$ nicht erreichen

und hat darum für die eigentliche Fleischkonservierung keine Bedeutung. Selbst Temperaturen von 0° gewährleisten noch keine lange Haltbarkeit, so daß selbst den Kühlräumen nur ein beschränkter Wert zukommt. Gefrierenlassen und Aufbewahren des gefrorenen Fleisches bei Temperaturen unter —4° scheint das Fleisch dagegen für längere Zeit haltbar zu machen. So kommt das Gefrierenlassen (franz.: congélation) für die Konservierung größerer Tierstücke und für deren Versendung über weite Strecken allein in Betracht. Für die Ausfuhr sind insbesondere Südamerika, Australien und Neuseeland zu nennen. Der größte Import findet wohl nach Großbritannien statt; auch Frankreich führt viel gefrorenes Fleisch ein. Und auch nach Deutschland wird, soweit es das Fleischbeschaugesetz zuläßt, Fleisch in gefrorenem Zustand gebracht. Neuerdings kommen gefrorene sibirische Fische (Lachs, Karpfen) in großen Mengen nach Deutschland.

Ueber Kühleinrichtungen vergleiche man Ostertag (1), Osthoff (1) und Linde (1), der speziell die neuen Berliner Kühlhäuser beschreibt. In betreff der im folgenden zu besprechenden Gefriermethoden sei auf die Druckschrift Refrigerators (1), J. de Brevans (1), Wiley (2), Marchis (1), auf „Conserves“ (1) und die „Zeitschrift für Eis- und Kälteindustrie“ verwiesen.

Bevor das Fleisch in die Gefrierräume kommt, wird es teilweise erst etwas an der Luft getrocknet. Die maschinellen Einrichtungen zur Erzeugung von Temperaturen bis zu —20° in den Gefrierräumen nach dem Ammoniakverfahren usw. sind hier nicht zu besprechen. Am meisten im Gebrauch sind das Trockensystem und die Refrigeratoren, die durch schnelle Ausdehnung zusammengepreßter und getrockneter Luft diese stark abkühlen. Das plötzliche Gefrierenlassen, wie man es hauptsächlich in Chicago übt, wird dadurch erreicht, daß man das Fleisch sofort nach dem Schlachten Temperaturen von —20° drei Tage lang aussetzt und dann bis zur Einschiffung bei —6° hält. Das hauptsächlich in Australien beliebte allmähliche Gefrierenlassen wird von Anfang an bei —6° ausgeführt und erfordert bis zu 12 Tagen. Der Transport auf Schiffen geschieht in Kühlkammern mit sehr niederen Temperaturen, auf Eisenbahnen in Kühlwagen, die weitere Aufbewahrung in Kühlräumen der Schlachthöfe usw.

Das Auftauen des durch und durch gefrorenen Fleisches dauert je nach der Jahreszeit 12—36 Stunden. Hierbei muß mit besonderer Sorgfalt ein Beschlagen beim Auftauen vermieden werden. Steht trockene Luft hierzu nicht zur Verfügung, so muß man wenigstens durch Luftbewegung die Wasserdämpfe abführen. Deiss (1) beschreibt die wichtigsten technischen Einrichtungen zur Eis-Konservierung ganzer geschlachteter Tiere in England, das eine ganze Flotte von Schiffen mit Eiskammern unterhält.

Bemerkenswerte Aufschlüsse über den Transport der Schlachttiere in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Frankreich gibt Gérardin (1). Aus Frankreich, wo im Jahre 1870 zum erstenmal Fleisch im großen Maßstab durch Kälte (réfrigération) konserviert wurde, liegen wertvolle Berichte von Bouley (1) und A. Gautier (1) vor. Talayrach (1) gibt interessante Notizen über seine in London gemachten Erfahrungen. Die nach Paris gebrachten Proben wurden von Matruchot bakteriologisch untersucht; er fand Schimmelpilze (*Penicillium*, *Sporotrichum*, *Dematium*, *Mucor*), Hefenpilze und gelbe und weiße Bakterien. Beim Auftauen des gefrorenen Fleisches entwickelten sich diese Pilze

rapid, wodurch es sich erklärt, daß in Kühlhäusern an einem Tage bisweilen große Verluste durch Verderben des Fleisches entstehen sollen. Gautier (1) fand nun bei mikroskopischer Prüfung des gefrorenen Fleisches niemals zerstörte, von Eiskristallen zerrissene Muskelfasern; beim Auf-
5 tauen entstand niemals, wie behauptet worden war, ein Brei. Die Muskeln behalten also trotz des Gefrierens ihre normale Struktur bei. Gautier (1) hat Rind- und Hammelfleisch aus Argentinien, das 5–6 Monate lang konserviert war, überdies chemisch untersucht und zwar sofort nach dem Auftauen bei 8—12° Umgebungstemperatur. Abgesehen davon, daß das
10 gefrorene Fleisch etwas (um etwa ein Proz.) wasserärmer war, unterschied es sich nicht nachweisbar chemisch von frischem rohen Fleisch. Die Haltbarkeit des vorsichtig aufgetauten Eisfleisches betrug nach Gautier's Beobachtungen drei und mehr Tage; Husson (1) macht ähnliche Angaben.

15 Ueber die Beeinflussung der Spaltpilze durch niedrige Temperatur sind bereis auf S. 446–448 des Ersten Bandes einige Angaben gemacht worden. Der Eisschrank mit seiner noch verhältnismäßig hohen Temperatur bietet, wie zudem Havemann (1) dargetan hat, keinen Schutz vor der Weiterentwicklung vorhandener Keime. Da die Luft im Eisschrank,
20 in welchem jede Zirkulation fehlt, und der häufig einer Reinigung nicht unterzogen wird, mit Wasserdampf gesättigt ist, so fault Fleisch im Eisschrank leicht. Auch selbst auf Eis gelegtes Fleisch ist nicht zu konservieren, da es zufolge C. Fraenkel's (1) Untersuchungen über den Bakteriengehalt des Eises Bakterien gibt, die auf und im Eis sich finden,
25 worüber auch Forster (3 u. 4), Bordoni-Uffreduzzi (1), Prudden (1), Heyroth (1) und B. Fischer (1) Angaben auf Grund von Versuchen machen. Nach Abba's (1) Feststellungen enthält kristallhelles Eis weniger Keime als schneeiges. Schon im Jahre 1871 hatte B. Sanderson (1) gezeigt, daß Wasser, das aus reinstem Eis erhalten wurde, Bakterien
30 aufwies. Derartige psychrotolerante Bakterien finden sich reichlich auch auf unseren Nahrungsmitteln und an der Oberfläche und im Darm von Süßwasserfischen. So erklärt es sich leicht, daß zufolge E. Levy (1) eine Massenvergiftung durch Fleisch entstanden war, das den *Proteus vulgaris* (s. Bd. III, S. 89) enthielt, obwohl es im Eisschrank aufbewahrt worden
35 war, und daß selbst auf Eis gelegtes Fleisch bald verdirbt. Forster brachte ferner Schälchen mit frischem, feingehacktem Schlachtfleisch in das Eiskalorimeter und bestimmte die Menge der Bakterien und den Gehalt an Ammoniak als Zeichen der beginnenden Zersetzung. In wiederholten Versuchen zeigte sich gleichmäßig, daß die Menge des
40 Ammoniaks und anderer flüchtiger Stoffe nach 16 Tagen im Eiskalorimeter noch immer so groß war als bei Fleisch, das 6–7 Tage in einem Keller von 7—9° oder 2 Tage bei Zimmertemperatur gehalten worden war. Brehme (1) und Dieudonné (1) wiesen nach, daß diese Entwicklungsfähigkeit den Bakterien nicht durch allmähliche Anpassung erteilt
45 werden kann, sondern bestimmten Arten eigentümlich ist. Neuerdings haben Paul und Prall (1) mit der Methode von Krönig und Paul zur Wertbestimmung von Desinfektionsmitteln (s. Bd. I, S. 484) nachweisen können, daß an Granaten angetrocknete Staphylokokken auch nach monatelangem Aufbewahren bei der Temperatur der flüssigen Luft keine
50 merkliche Veränderung in bezug auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Desinfektionsmittel erfahren.

Forster empfiehlt nicht nur die Aufbewahrung in der Kälte, sondern auch in trockener Luft. Hierzu kommt als weiterer, dritter

Faktor die Reinheit der Luft und endlich, daß sie nicht stagniere, sondern erneuert werde. So werden aus Norwegen Schellfische in Dampfbooten in Kühlräumen mit trocken gemachter Luft versendet. Hierbei wird die Vorsicht geübt, daß die Fische nach dem Fangen schnell ausgeweidet werden und in die Gefrierräume (— 20° bis — 40°) gebracht werden, von wo sie in Räume mit Temperaturen von — 8° bis — 15° gelangen. Bei solchen Fischen ließen sich, wie A. Koch (1) gezeigt hat, nicht nur auf der Oberfläche, sondern auch an den Wandungen der Leibeshöhle, die beim Schlachten mit Seewasser in Berührung gekommen war, entwicklungsfähige Keime finden.

Auch die autolytischen Prozesse (s. S. 391) gehen zufolge A. Gautier (1) und M. S. Müller (1) in dem durch Kälte konservierten Fleisch vor sich, so daß die Reifung des Fleisches auch hier erreicht wird.

Während nun das Schlachtfleisch durch die Reifung vollwertig wird, wird das Fischfleisch untauglich für den Genuß. Es sind also zur Erhaltung der Fische in genußfähigem Zustand besondere Vorsichtsmaßregeln notwendig, d. h. schnell aufeinanderfolgendes Fangen, Töten und Gefrierenlassen, worauf schon Forster (5) hingewiesen hat.

Die hygienische Beurteilung ergibt sich aus dem Gesagten von selbst. Soweit es gelingt, das rohe Fleisch bis unmittelbar vor dem Genuß in gefrorenem Zustand zu erhalten, ist das Fleich nach dem Auftauen im wesentlichen als frisches Fleisch, d. h. Fleisch, das noch derselben küchenmäßigen Behandlung bedarf wie das frische Fleisch der Schlachttiere, zu betrachten. Näherer Untersuchung über die Verdaulichkeit solchen Eisfleisches bedarf es nicht, da Massenexperimente in Großbritannien, Frankreich usw., wo das Eisfleisch eine bedeutende Rolle in der Volksernährung spielt, seit vielen Jahren vorliegen. Gautier (1) hat dies durch einige Versuche noch ausdrücklich zu bestätigen gesucht.

Mit dem Fortschreiten der Technik zur Erzeugung keimarmer, kalter, trockener, zirkulierender Luft, mit der sachgemäßen Ausbildung des Transportierens von den Gefrierräumen nach den Kühlräumen in Dampfern und Eisenbahnwagen und in die gut ventilierten Kühlhallen der Schlachthäuser und mit der Beobachtung eines vorsichtigen Auftauens ist diese Methode zu einer der besten geworden und wird vermutlich in Zukunft noch mehr ein zweckentsprechendes, praktisch sehr wohl durchführbares Konservierungsverfahren werden.

§ 112. Die Haltbarmachung des Fleisches durch Einführung aseptischer Schlacht- und Konservierungsverfahren.

Während die bisher besprochenen Verfahren, Fleisch haltbar zu machen, zum Ziele haben, das in der üblichen Weise gewonnene Fleisch zu konservieren, setzen die Bestrebungen, aseptisch zu schlachten, in dem Punkt ein, wo das im Tierkörper noch befindliche keimfreie Fleisch bei dem jetzt geübten Ausschlachten durch Infizierung keimhaltig wird (s. S. 399). Theoretisch betrachtet, muß es möglich sein, das keimfreie Fleisch keimfrei dem Tierkörper zu entnehmen und durch anschließende zweckentsprechende, jede Infektion verhindernde Aufbewahrung haltbar zu machen. Ließe sich technisch das aseptische Schlachten im großen durchführen, so wäre die Frage nach der Konservierung des frischen Fleisches in einwandfreier, sozusagen idealer Form gelöst.

Vereinzelte Vorschläge zur Einführung aseptischer Behandlung der

Schlachtgeräte sind schon mehrfach gemacht worden: Deligny (1) forderte, daß diese nach den Regeln der modernen Chirurgie sterilisiert werden. Emmerich (1 u. 2) hat Versuche in großem Maßstabe über aseptisches Schlachten (s. S. 421) ausgeführt, indem mit steril-5gemachten Instrumenten gearbeitet, der Magen und der Darm ohne Verletzung herausgenommen, das Einstechen der Messer in die Muskeln beim Schlachten vermieden, keimfreies Wasser zum Abspülen verwendet und die Tierstücke (Hälften, Viertel) mit ihren natürlichen Hüllen, Haut und Fettgewebe, in keimfrei gemachte und mit Essigsäure imprägnierte 10Sägespäne eingepackt wurden. Außer für das aseptische Schlachtverfahren hat Emmerich auch für die Ausspülung zur Verhütung der Gefäßfäulnis (s. S. 421) Patente erworben. Für den Großbetrieb erscheint die Beobachtung aller dieser Maßnahmen undurchführbar; insbesondere kann die Gewähr für die ordnungsmäßige Durchführung all 15dieser Manipulationen beim Schlachten nicht übernommen werden.

Dosquet-Manasse (1) hat demgegenüber bei seinen ausgedehnten, im großen angestellten Versuchen, nach den Regeln der chirurgischen Aseptik Fleischkonserven herzustellen, nicht so sehr auf das aseptische Schlachten als vielmehr auf die streng aseptische Behandlung des Fleisches 20auf dem Wege vom Kochtopf bis zur Konservendose Wert gelegt. Er bezeichnet es nur als wünschenswert, daß das zur Konservierung gelangende Fleisch unter strenger Einhaltung größter Sauberkeit und Reinlichkeit im Sinne der in der Chirurgie bewährten Grundsätze gewonnen werde, ebenso wie nach ihm der Erfolg einer sicheren Konservierung durch 25Auswahl nicht zu alter, gut genährter, nicht abgetriebener Tiere, vollständiges Ausbluten usw. sehr erleichtert werden kann. In seiner neuesten Abhandlung erwähnt Dosquet (2), daß die Verwendung ausgekochter Messer, ausgekochter Tücher zum Reinigen, ausgekochten Wassers zum Abspülen, peinlich gesäuberte Hände und Arme des Schlachtenden und 30sterilisierte Schlachtmäntel ihm noch nicht zur Verfügung gestanden haben, ebensowenig wie gesonderte Schlachträume bisher vorhanden waren, und daß er trotzdem „tadellose aseptisch hergestellte Konserven“ erhalten habe. Die Einzelheiten des Verfahrens, das Dosquet (2) als „das einzige Mittel, um haltbare und zugleich im Geschmack vollwertige 35und der Gesundheit zuträgliche Konserven zu erzielen“ ansieht, betreffen, das zu konservierende Fleisch vor der Einfüllung in die Büchsen keimfrei zu machen, jede Verunreinigung und Infizierung des keimfreien Fleisches beim Zerschneiden und Einfüllen in die sterilisierten Büchsen sorgsam zu vermeiden und die Büchsen dauerhaft luftdicht zu 40verschließen. Von der zutreffenden Voraussetzung ausgehend, daß das Fleisch gesunder Schlachttiere nur auf der Oberfläche Keime enthält, läßt er die Fleischstücke lose aufeinanderliegend in Kochgefäßen küchenmäßig garkochen, wodurch die Ware, die vorher bei Beobachtung der sonstigen auf das Schlachten und Aufbewahren gerichteten Forderungen 45nur in geringem Grade keimhaltig war, keimfrei wird. Die Ware wird sodann auf Tische gebracht, die mit ausgekochten Tüchern bedeckt sind, wo sie in Stücke von gewünschter Größe geschnitten und sodann mit Stopfern in die Blechdosen gebracht werden, in denen sie nach dem Verschließen nochmals kurze Zeit auf 100° C erhitzt werden können. Alle Geräte, Messer, Gabel, Stopfer werden dauernd in kochendem Wasser 50gehalten, sind also keimfrei, die Arbeiter tragen sterile Mäntel, Fußbekleidungen, Kopfbedeckung und eine nur die Augen freilassende Gazeserviette vor dem Gesicht und müssen, ebenso wie die Operationsgehilfen,

nach den Regeln der chirurgischen Aseptik die Hände reinigen oder Gummihandschuhe tragen. Der Arbeitsraum gleicht also einem modern eingerichteten chirurgischen Operationsraum. Zur Erleichterung des aseptischen Verfahrens hat Dosquet (3) zur Herstellung von Konserven aus Rindfleisch, Hammelfleisch, Schweinefleisch und Großwild eine Maschine gebaut, 5 die das gekochte Fleisch aus dem Kochtopf nimmt, selbsttätig in kleine Stücke schneidet und in die Büchsen stopft, wobei die Arbeit der Maschine in strömendem Dampf geschieht. Um volle Sicherheit vor Infektion zu erzielen, schlägt Dosquet vor, in einem besonders konstruierten Konservierungsraum, einer sogen. pneumatischen Kammer mit keim- 10 freier Luft, zu arbeiten.

So weitgehend die Forderungen Dosquet's auch sein mögen und so wenig geeignet sie zur Einführung in die Praxis zunächst erscheinen dürften, so hat doch Dosquet theoretisch und praktisch gezeigt, wie die Infizierung des an sich keimfreien Fleisches bei der Herstellung von 15 Büchsenkonserven vermieden werden kann. Seine praktischen Versuche sind ohne Zweifel nach jeder Richtung gelungen; es ist ihm, ähnlich wie Appert, möglich geworden, die feinsten Speisen, die zartesten Fische, Krebse usw. jahrelang in einem Zustand zu erhalten, der von den jetzt üblichen Konserven kaum erreicht werden dürfte, die, nachdem sie einmal 20 gekocht oder ungekocht, ohne hygienisch erforderliche Kautelen auf gewöhnlichen Tischen zerschnitten, auf Wagen abgewogen und mit den Fingern in die Büchsen eingepreßt sind, zum zweitenmal auf Temperaturen von weit über 100° C während längerer Zeit, bis zu Stunden, erhitzt werden müssen und dadurch an Güte, Wohlgeschmack und Be- 25 kömmlichkeit leiden können.

Die Konserven-Industrie (1) hat diese Forderungen Dosquet's nicht ohne weiteres abgelehnt. Die Zukunft wird zeigen, ob und wieweit die Lehren der chirurgischen Aseptik nutzbringend auf das Gebiet der Konservenindustrie übertragen werden können. Wenn schon allein beim 30 Schlachten eine größere, nach den Feststellungen Heim's (1), Tumpowsky's (1), Schilling's (1) und B. Fischer's (2) unumgänglich notwendige Sauberkeit sich erreichen ließe, so würde dies der Durchführung der in den vorhergehenden Paragraphen besprochenen Konservierungsverfahren wesentlich zugute kommen, indem diese dann mit um so einfacheren und weniger 35 eingreifenden Mitteln vorgenommen werden könnten. Treffend hat Fr. Hofmann (1) das Hantieren mit Fleisch im Schlächtergewerbe mit dem Umgehen mit Pflastersteinen verglichen. Ebenso würde eine größere Reinlichkeit bei der Herrichtung und Verarbeitung des Fleisches zu Konserven der Ausführung der Konservierungsverfahren und ihrem Erfolg 40 zugute kommen, und, was das Wichtigste ist, es würde die Konserve nicht durch die langdauernde Erhitzung auf Temperaturen von 116–120° (s. S. 425 u. S. 434) in ihrer Struktur und ihrem Nährwert leiden. Allerdings wird wohl nicht in allen Fällen die absolute Sterilität der Konserven gewährleistet werden können, wie dies nach den von Pfuhl 45 gegebenen Vorschriften bei der Erhitzung auf 120,5° während 50 bis 70 Minuten möglich ist.

§ 113. Die Folgen des nicht sachgemäß ausgeführten Konservierens des Fleisches.

Von den bakteriellen Zersetzungen des Fleisches kommen diejenigen durch Erkrankung der Tiere und die Ursachen der sogen. Wurstver-
5 giftungen hier nicht in Betracht. Ueber sie wird auf S. 117 des Dritten Bandes berichtet; überdies hat neuerdings DIEUDONNÉ (2) eine wichtige Zusammenfassung der bakteriologischen Verhältnisse bei den Fleischvergiftungen und dem Botulismus veröffentlicht, welche die Darstellung E. VAN ERMENGEM's (1) ergänzt und auch die neueren Beobachtungen
10 von ABRAHAM (1), ROLLY (2) usw. über Vergiftung mit Fischen, Gemüsekonserven, sowie über Käse und Vanilleeis, welch letztere auf S. 235 nicht mehr haben berücksichtigt werden können, enthält.

Dagegen sind kurz die Zersetzungen des konservierten Fleisches bei nicht sachgemäß ausgeführter Konservierung durch Fäulnis zu be-
15 sprechen, wobei auch die entsprechenden Veränderungen frischen Fleisches gestreift werden müssen. Im allgemeinen kann auf das Gutachten von P. BROUARDEL (1) und auf CHEVALIER (1), EBERLEIN (1) und OBERNDORFER (1) verwiesen werden. Außerdem sind hier TISSIER und MARTELLY (1) sowie MARXER (1) zu nennen.

20 Da nur das Fleisch gesunder Tiere zur menschlichen Ernährung und auch zur Herstellung von Konserven Verwendung finden darf, so sind die Bestrebungen BASENAU's (2), SILBERSCHMIDT's (1), OSTERTAG's (1) und W. VON DRIGALSKI's (1), zum mindesten bei allen krankheitsverdächtigen Tieren die bakteriologische Untersuchung des Fleisches ein-
25 zuführen, von hohem Interesse. Nach BASENAU's Ansicht soll sie am besten 24 Stunden nach dem Schlachten vorgenommen werden, da die in dieser Zeit eingetretene Vermehrung der Bakterien im Fleisch die bakteriologische Prüfung erleichtert. Er gibt ins einzelne gehende Vorschriften, wie mit geglühtem Messer einzuschneiden ist und mit der
30 Platinöse aus der Tiefe des Fleisches Proben zur bakteriellen Untersuchung zu entnehmen sind. Das Material ist auf Gelatineplatten oder zweckmäßiger auf mit Malachitgrün versetzten oder nach DRIGALSKI (s. Bd. I, S. 565) angefertigten Platten zufolge DIEUDONNÉ's (2) Angaben zu bringen und an Mäuse zu verimpfen.

35 Die Feststellungen UHLENHUTH's (4), daß bei der Untersuchung von 600 anscheinend gesunden Schweinen des Berliner Schlachthofs in 8,4 Proz. der Fälle im Darminhalt Bazillen gefunden wurden, die sich von *Bacillus paratyphosus B* (s. Bd. III, S. 93) bezw. vom Erreger der Schweinepest (*Bac. suipestifer*) nicht unterschieden, sind für die Beur-
40 teilung der jetzigen Schlachtverfahren von Wichtigkeit. BUGGE (1) fordert auf Grund eigener Untersuchungen die bakteriologische Fleischbeschau.

Am wenigsten sicher kann die Entwickelung der die faulige Zersetzung von Fleisch hervorrufenden Bakterien, wie *Bac. (Proteus) vulgaris*, *Bact. coli commune* und *Bac. subtilis*, in den Fleischzubereitungen
45 verhindert werden. Diese und ähnliche Bakterien bilden giftige Stoffwechselprodukte, die meist hitzebeständig sind, also selbst in durch Kochen sterilisierten Konserven wirkungskräftig erhalten bleiben; nur das Toxin des *Bac. (Proteus) vulgaris*, das zwar nicht durch Räuchern, wohl aber durch ein halbstündiges Erhitzen auf mindestens 80° ver-
50 nichtet wird, ist nicht hitzebeständig. So isolierten B. FISCHER (2) aus einer Leberpastete und aus Leberwürsten das *Bact. coli commune* und PFUHL (2) aus sogen. Rinderwurst, die nach Art der Sülzen bereitet

worden war, den *Bac. (Proteus) vulgaris*. Die Erkrankung tritt wenige Stunden bis anderthalb Tage nach dem Genuß derartiger Speisen ein, äußert sich unter dem Bild eines akuten Magen- und Darmkatarrhs ohne Fieber und führt nur sehr selten zum Tod.

Ueber die für die Haltbarmachung des Fleisches unerläßlichen Einzelheiten der Behandlung mittels Salzens und Räucherns (cured meat), mittels Einschließens des gekochten Fleisches in Büchsen (canned, tinned meat; potted, deviled meat), mittels Salzens und Kochens (canned cured meat) sind die wertvollen Angaben Wiley's (2) zu vergleichen, aus denen ersichtlich ist, daß in den Vereinigten Staaten von Amerika durch weitestgehende Anwendung maschineller Einrichtungen in Großbetrieben die Haltbarmachung erleichtert und gesichert wird.

Aus Henking's (1) Berichten und photographischen Aufnahmen ergibt sich, mit welcher Sauberkeit und Zweckmäßigkeit in Norwegen bei der Herstellung von Klippfisch (aus Dorsch, Leng und Brosme bereitet), von Stockfisch (ebenfalls aus Rundfisch, wie Dorsch, Schellfisch und Brosme, bereitet), von Rotscheer (*Gadus morrhua* und anderen Fischen) verfahren wird, um die gefürchtete Schimmelbildung durch den sogen. wallemsop (*Wallemia ichthyophthora*) zu vermeiden, über den Hoye (1) gearbeitet hat.

Eine besondere Aufmerksamkeit erfordert die nicht sachgemäße Herrichtung der Büchsenkonserven, die durch Hitze sterilisiert werden.

Poincaré (1) stellte im Jahre 1888 die Behauptung auf, daß eine große Anzahl anscheinend wohlerhaltener Konserven in Büchsen Bakterien enthielten. In Nancy wurden von ihm in etwa 50 Proz. der untersuchten Büchsen *Bact. termo*, *Bac. subtilis*, *Vibrio septicus* gefunden, was Cassedebat (1) bestätigen konnte. Dem trat insbesondere Fernbach (1) entgegen. Poincaré und Macé (1) hielten aber ihre Behauptung aufrecht.

Remlinger (1) fand zwar auf der Oberfläche und zwischen den Muskelfasern Mikrokokken, Bazillen und Vibrionen verschiedener Art in bisweilen sehr großen Mengen, jedoch in abgetötetem Zustand; er führte dies auf das Vorhandensein der Keime vor dem Sterilisieren durch Kochen zurück. Neuerdings hat Vaillard (1 u. 2) in 70—80 Proz. der von ihm untersuchten französischen Büchsenkonserven lebende Keime konstatiert, und zwar Schimmelpilze, Kokken, sporenfreie und sporenbildende Stäbchen, Heubazillen, Kartoffelbazillen und Arten, welche dem *Bac. (Proteus) vulgaris* und dem *Bact. coli commune* nahverwandt sind, was auch Veranlassung gab, strengere Vorschriften für die Fleischkonservenfabrikation in Frankreich zu erlassen.

Demgegenüber hob Deichstetter (1) im Jahre 1901 hervor, daß er seit 1895 die größtenteils in Ansbach hergestellten Konserven für die bayerische Armee untersucht und mit Ausnahme von zwei Büchsen, die schon vor dem Oeffnen verdächtig waren, keimfrei befunden habe. Wintgen (1) gibt an, in den Erzeugnissen der Armeekonservenfabriken in Mainz und Haselhorst bei Berlin niemals Bakterien gefunden zu haben. Auf Grund dieser Feststellungen muß man annehmen, daß in Frankreich entweder die Konservenfabrikation nachlässig geübt worden ist oder daß durch Anwendung unzuverlässiger, Fehlerquellen nicht ausschließender Untersuchungsverfahren Bakterien gefunden worden sind, die gar nicht im Fleisch vorhanden waren.

Auch in Deutschland sind bakterienhaltige Konserven gefunden worden. Pfuhl (3) stellte in Gemeinschaft mit Bischoff fest, daß aus den Lieferungen von fünf Konservenfabriken diejenigen von drei Fabriken

teils keimfreie, teils keimhaltige Büchsen umfaßten. Unter 106 Proben von Fleischkonserven in Büchsen waren 29 bakterienhaltig. Auf diesen Bakteriengehalt hatte eine Bombage (d. h. Aufblähen) der Büchsen aber nur vereinzelt hingewiesen, indem von 29 keimhaltigen Konservenbüchsen 5 nach 8- bis 14-tägigem Stehen im Brutschrank nur sechs eine geringe Auftreibung infolge Gasentwicklung durch Bakterien gezeigt hatten, während die übrigen 23 mangels gasbildender Bakterien ihren Bakteriengehalt nicht hatten erkennen lassen. Ueberhaupt sind, nach Pfuhl's Anschauung, Farbe, Geruch und Geschmack der Konserven sowie die 10 Bombage nicht ebenso sichere Kennzeichen für das Verdorbensein des Büchseninhalts wie die bakteriologische Untersuchung. Auch kann die Auftreibung von Fleischkonservenbüchsen eine nicht bakterielle Ursache haben. So zeigten Pfuhl und Wintgen (1), daß bombierte Büchsen einen keimfreien Inhalt aufwiesen. Die Bombage rührte von rein chemisch 15 zustandegekommener Wasserstoffentwicklung durch die aus galvanisch schwach (ungenügend) verzinntem Eisenblech erzeugten Büchsen her, wobei sich durch die Säuren der Bouillon phosphorsaures Eisenoxydul gebildet hatte. Das Gas bestand zu 67—84 Proz. aus Wasserstoff und enthielt etwas Luft beigemischt, aber kein Methan und kein 20 Kohlendioxyd. Pfuhl (3 u. 4) vertritt auf Grund seiner Untersuchungen von Konserven aus frischem oder gepökeltem Fleisch die Forderung, daß die bakteriologische Untersuchung in die Konservenindustrie eingeführt werden müsse, da die Büchsenkonserven nur dann haltbar und einwandfrei sein können, wenn sie vollständig frei von lebenden Keimen sind. 25 Mit Recht führt Pfuhl aus, daß durch solche Maßnahmen das Publikum vor jeder Gesundheitsschädigung durch Konservengenuß bewahrt bleibt, schließlich aber auch die Fabrikanten vor Verlusten sich am sichersten schützen werden. Nach ihm muß also in allen den Fällen, in denen eine absolute Sterilität der Konserven nicht vorliegt, mit der Möglichkeit der 30 Zersetzung gerechnet werden.

Für die Lieferung für die deutsche Heeresverwaltung ist als Bedingung gestellt, daß die ganze Lieferung zurückzunehmen ist, wenn sich Stichproben bakterienhaltig erweisen. Es sind infolgedessen Methoden anzuwenden, die den Nachweis von Keimen soviel als irgend tunlich 35 ermöglichen. Vor allem ist eine Anreicherung der vorhandenen Keime herbeizuführen, damit diese die ganze Konserve durchsetzen und keine Stelle frei lassen, so daß bei jeder Probeentnahme Bakterien angetroffen werden. Die Büchsen sind hierzu mindestens auf 11 Tage in den Brutschrank (37°) zu stellen, wodurch gewissermaßen die Temperaturver-40 hältnisse des heißen Sommers nachgeahmt werden. Auch die Bouillon oder die Gulaschsauce, in denen sich einzelne Konserven befinden, sind für die Bakterienentwicklung durchaus geeignete Nährböden. Die Untersuchung nimmt Pfuhl in folgender Weise vor. Nach zweckentsprechender Reinigung und Desinfizierung der noch warmen Büchse wird nach dem 45 Vorgang von Vaillard (1) unter dem Schutze einer großen, mit Sublimat befeuchteten Glasglocke der Büchsendeckel schräg durchstoßen und ein Teil des Inhalts mit einer sterilisierten Wasserpipette aufgesaugt. Dann wird mit Drahtgaze und Watte das Loch geschlossen und die Entwicklung der etwa vorhandenen aeroben Bakterien im Brutschrank 50 abgewartet. Nach zwei bis drei Tagen wird die Büchse eröffnet und deren Inhalt weiter untersucht. Unter Anwendung dieses Verfahrens fand Pfuhl (3) von 26 Büchsen einer Militärkonservenfabrik und von 34 Büchsen anderer Konservenfabriken keine einzige bakterienhaltig. In

23 aus Privatkonservenfabriken stammenden Büchsen fand er nach der ersten und nach der zweiten Probeentnahme fast ausnahmslos die gleichen Bakterien. PFUHL (3) empfiehlt des weiteren, daß der Besteller zur Erprobung der Leistungsfähigkeit einer Fabrik die Bedingung stelle, daß ein sachverständiger Bakteriolog der Sterilisierung in der Fabrik beizuwohnen habe, um durch Temperaturmessungen und bakteriologische Untersuchung von Testobjekten aus Gartenerde festzustellen, ob in der Tat eine Sterilisierung stattfindet. Die Autoklaven müssen Büchsen, deren Inhalt absichtlich mit sporenhaltigen Erdproben infiziert wurde und die gleichzeitig mit erhitzt werden, sicher sterilisieren. Dies wird durch Erhitzen im gespannten Dampf auf 120.5° während 50—70 Minuten, je nach der Größe der Büchsen (200 g und 600 g Inhalt), erreicht. So erhitzte Konserven sind absolut steril und damit unbegrenzt haltbar. Allerdings muß damit eine gewisse Zerfaserung beim Schneiden der Konserve mit in Kauf genommen werden. Bei der Anwendung einer Erhitzungstemperatur von 116°—117° C waren die Erdproben, die in das Fleisch von Sechshundertgramm-Büchsen versenkt wurden, nach 78 Minuten noch nicht völlig, wohl aber nach 81—96 Minuten sterilisiert; bei 120,5° genügten dagegen schon die eben genannten Erhitzungszeiten.

Eine besondere Aufmerksamkeit ist ferner dem Umstand zuzuwenden, daß die Konservenbüchsen nach dem Sterilisieren infolge Undichtheit der Falzstellen oder auf dem Wege durch feinste Risse oder Sprünge hindurch infiziert werden können, worauf neuerdings wieder BELSER (1) gelegentlich einer Untersuchung von Gemüsekonserven in Büchsen aufmerksam gemacht hat. Die Innehaltung einer gewissen Beobachtungszeit, bevor die Konserven als Dauerware zum Konsum gelangen, ist deswegen nicht nur sehr erwünscht, sondern streng erforderlich. Bei tadellosem Material und peinlichst genauer Durchführung aller Einzelheiten des Verfahrens und bei sachverständiger Besichtigung jeder Büchse wird sich diese Gefahr allerdings sehr verringern lassen.

Die sachgemäße Ausführung der Konservierung ist also ein nicht entschieden genug zu betonendes Erfordernis für die Fernhaltung jeder Gefahr für die Volksgesundheit. Gerade bei den Büchsenkonserven wird von dem großen Publikum vielfach überhaupt nicht mit der Möglichkeit gerechnet, daß sie verdorben und damit gesundheitsschädlich sein können. Anders liegt es bei dem nach den übrigen Verfahren konservierten Fleisch. Gefrorenes Fleisch, geräuchertes Fleisch bleibt rohes Fleisch, bei dem der Konsument sich der Möglichkeit des Verdorbenseins bewußt ist.

Die Industrie der Konservierung des Fleisches hat nach verschiedenen Richtungen sich zu vervollkommnen, bevor sie den Forderungen der Wissenschaft völlig entspricht. Im wesentlichen muß es ausführbar sein, auch den höchsten Anforderungen der Hygiene zu genügen, nachdem das Experiment und die praktische Beobachtung gezeigt haben, daß das Fleisch lebender gesunder Tiere keimfrei ist und daß nicht in dem Aufsuchen eines chemischen Stoffs als Konservierungsmittel das hygienisch einwandfreie Ziel zu erblicken ist, sondern in dem Ausbau der Kältekonservierung und in der Einführung solcher Verfahren beim Schlachten der Tiere und beim Verarbeiten des Fleisches zu Büchsenkonserven, die das Fleisch möglichst vor jeder Außeninfektion bewahren.

Literatur

zum Kapitel Die Haltbarmachung des Fleisches.

*Abba, Fr., (1) Z. f. Hyg., 1903, Bd. 45, S. 285. *Abel, R., (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 30, S. 389. *Abelous, E., und Gérard, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1889, Bd. 129, S. 56. *Abraham, S., (1). Münchn. med. Wochenschr., 1906, S. 2466. *Altschüler, E., (1) Die Konservierung des Hackfleisches usw., Dissert., Straßburg 1902; Arch. f. Hyg., 1904, Bd. 48, S. 114. *Anderson, John F., (1). The antiseptic and germicidal properties of solutions of formaldehyde and their action upon toxines. Hyg. Lab. Treasury Departm. Publ. health and marine hospital Service. Bull. Nr. 39. Washington 1907. *Appert, M., (1) Die Kunst, alle tierische und vegetabilische Nahrungsmittel mehrere Jahre vollkommen genießbar zu erhalten. Deutsche Ausgabe, Koblenz 1810. — (2) Le livre de tous les ménages ou l'art de conserver pendant plusieurs années toutes les substances animales et végétales. 3. Aufl., Paris 1813. — (3) Die aus dem Französischen nach der 3. Aufl. gefertigte deutsche Uebersetzung, Wien 1822. *Atwater, W. O., (1) Food and diet. Yearbook of the U. S. Department of Agriculture for 1894. Washington 1895, S. 548. *Auerbach, Fr., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1905, Bd. 22, S. 584. *Auerbach, Fr., und Barschall, H., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1907, Bd. 27, S. 183. *Ballner, Franz, (1) Z. f. Biologie, 1904, Bd. 45, S. 380. *Barthel, Theodor, (1) Ueber den Bakteriengehalt der Luftwege. Dissert., Erlangen 1898. *Basenau, Fritz, (1) Arch. f. Hyg., 1894, Bd. 20, S. 242. — (2) Ebenda, 1898, Bd. 32, S. 219. *Bassenge, (1) Z. f. experim. Pathologie, 1905, Bd. 2, S. 113. *Bauer, (1) Arbeiten a. d. Institut f. experim. Therapie in Frankfurt a. M., 1907, Heft 3, S. 83. *Beaugrand, E., (1) Annales d'hygiène publique, 1866, 2. sér., Bd. 25, S. 439. *Behring, E., (1) Infektion und Desinfektion. Leipzig 1894. *Belser, Joseph, (1) Arch. f. Hyg., 1905, Bd. 54, S. 107. *Bertenson, L. B., (1) Russ. mediz. Rundschau, 1903, Bd. 1, S. 311. *Beu, Hans, (1) Centralbl. f. Bakt., 1890, Bd. 8, S. 513. *Beythien, Adolf, (1) Z. f. Untersuchung d. Nahrungs- und Genußmitttel, 1901, Bd. 4, S. 1. *Binaghi, R., (1) La riforma medica, 1899, Bd. 4, S. 351. *Bischoff, H., und Wintgen, M., (1) Z. f. Hyg., 1900, Bd. 34, S. 496. *Boni, J., (1) Deutsches Arch. f. klin. Med., 1901, Bd. 69, S. 542. *Bordoni-Uffreduzzi, Guido, (1) Centralbl. f. Bakt., 1887, Bd. 2, S. 489. *Bornträger, (1) Die Beurteilung des Zusatzes schwefligsaurer Salze zum Fleische vom sanitätspoliz. Standpunkt. Leipzig 1900. *Bouley, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1874, Bd. 79, S. 739. *Brehme, W., (1) Arch. f. Hyg., 1901, Bd. 40, S. 320. *Brevans, J. de, (1) Les conserves alimentaires. Paris 1906. *Brouardel, P., (1) Les conserves de viande. Rapport au ministre de la guerre. Annales d'hygiène publique, 1902, 3. sér., Bd. 47, S. 152. *Bugge, (1) Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1908, Bd. 18, S. 141. *Butjagin, P. W., (1) Arch. f. Hyg., 1905, Bd. 52, S. 1. *Casagrandi, O., (1) Annali d'igiene sperim., 1903, Bd. 13, S. 480. *Cassedebat, (1) Revue d'hygiène, 1890, Bd. 12, S. 569. *Chevalier, A., und Chevalier, A. fils, (1) Annales d'hygiène publique, 1857, 2. sér., Bd. 8, S. 57; Bd. 9, S. 77. *Chiappella, A. R., (1) Annali d'igiene sperim., 1903, Bd. 13, S. 118. *Cohnheim, O., (1) Chemie der Eiweißkörper. 2. Aufl., Braunschweig 1904. *Conserves de viande par les procédés frigorifiques. (1) Annales d'hygiène publique, 1901, 3. sér., Bd. 45, S. 166. *Cramer, E., (1) Arch. f. Hyg., 1891, Bd. 13, S. 99. *Dänisches Versuchslaboratorium, (1) 51. Bericht; ref. in Z. f. Untersuchung der Nahrungs- u. Genußmittel, 1903, Bd. 6, S. 327. *Dehmel, K., (1) Ein Beitrag zur Bakteriologie des Leichenblutes. Dissert., Berlin 1906. *Deichstetter, Jos., (1) Z. f. Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1901, Bd. 4, S. 1115. *Deichstetter und Emmerich, R., (1) Zeitschrift f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1905, Bd. 15, S. 72. *Deiss, Ed., (1) A travers l'Angleterre industrielle et commerciale, 1897; ref. in Revue d'hygiène, 1897, Bd. 19, S. 940. *Deligny, (1) Rapport général sur les travaux du Conseil d'hygiène publ. du Départm. de la Seine de 1890—1894. Paris 1897, S. 9. *Denkschrift über das Färben der Wurst sowie des Hack- und Schabefleisches. Ausgearb. im Kais. Ges.-Amte. Berlin 1898. *Dieudonné, A., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1894, Bd. 9, S. 492. — (2) Die bakteriellen Nahrungsmittelvergiftungen. Würzburger Abhandlgn., 1908, Bd. 8, Heft 3 u. 4. *Doepner, (1) Aerztl. Sachverst.-Ztg., 1907, S. 501. *Dosquet(-Manasse), Wilh., (1) Berl. klin. Wochenschr., 1902, S. 1167. — (2) Die Fabrikation von Fleischkonserven. Deutsche Vierteljahrsschrift f. öff. Gesundheitspflege, 1907, Bd. 39, S. 785, auch als besondere Druckschrift, Braunschweig 1908. — (3) Patentschrift D.R.P. 165019. *Drigalski, W. von, (1) Festschrift für Rob. Koch, 1903, S. 409. *Dudzius, R., (1) Die Schnellkonservierung der Fischkonserven; Ergänzung zum Lehrbuch der Fischbereitung von W. Dunker, Stettin. *Dürck, H., (1) Deutsches Arch. f. klin. Med., 1897, Bd. 58, S. 368. *Duff, Jas. C., (1) The manufacture of sausages. New York, National provisioner publishing Co., ohne Jahreszahl. *Eberlein, R., (1) Archiv f. wiss. und prakt. Tierheilkunde, 1895, Bd. 21, S. 310 *Eccles, R. G., und Duckwall, E. W., (1) Food preservatives, their advantages and proper use. New York 1905. *Edelmann, R., (1) Lehrbuch der Fleischhygiene. 2. Aufl.,

Jena 1907. ***Emmerich,** Rudolf, (1) Patentschrift D.R.P. 146968. — (2) Patentschrift D.R.P. 107527. ***Engels,** W., (1) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., 1904, Bd. 51, S. 346. ***van Ermengem,** E., (1) In: Kolle u. Wassermann, Handbuch d. pathog. Mikroorganismen, 1903, Bd. 2, S. 637. ***Fermi,** Cl., (1) Annali d'igiene sperim., 1897, Bd. 7, S. 509. ***Fernbach,** A., (1) Ann. Pasteur, 1888, Bd. 2, S. 279; Revue d'hygiène, 1888, Bd. 10, S. 625. ***Ferrati,** E., (1) Arch. f. Hyg., 1893, Bd. 19, S. 317. ***Ficker,** M., (1) Arch. f. Hyg., 1905, Bd. 52, S. 179. — (2) Ebenda, 1905, Bd. 53, S. 50. ***Fischer,** B., (1) Centralbl. f. Bakt., 1888, Bd. 4, S. 89. — (2) Z. f. Hyg., 1902, Bd. 39, S. 447. ***Fjelstrup,** A., (1) Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1899, Bd. 9, S. 147. ***Fodor,** J. **von,** (1) Arch. f. Hyg., 1886, Bd. 4, S. 129. ***Forster,** J., (1) In: Pettenkofer und Ziemssen, Handbuch d. Hygiene, 1882, erster Teil, 1. Abt., S. 163. — (2) Münchn. med. Wochenschr., 1889, S. 497. — (3) Ebenda, 1890, S. 279. — (4) Centralbl. f. Bakt., 1887, Bd. 2, S. 337. — (5) Ebenda, 1892, Bd. 12, S. 431. ***Fraenkel,** C., (1) Z. f. Hyg., 1886, Bd. 1, S. 302. ***Frank,** Johann Peter, (1) System einer vollständigen medizinischen Polizey, Frankenthal 1794; cit. n. Ostertag (1). ***Friedel,** (1) Cit. n. Forster (1). ***Frisch,** Anton, (1) Exper. Studien über die Verbreitung der Fäulnisorganismen in den Geweben usw. Erlangen 1874. ***Gärtner,** A., (1) Korrespondenzbl. d. allgem. ärztl. Vereines von Thüringen, 1888, S. 573. — (2) Z. f. Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1901, Bd. 4, S. 241. ***Gamaleia,** N. **von,** (1) Elemente der allgem. Bakteriologie. Berlin 1900, S. 209. ***Gautier,** A., (1) Revue d'hygiène, 1897, Bd. 19, S. 289. — (2) Annales d'hygiène publique, 1894, 3. sér., Bd. 32, S. 174. ***Gautier,** A., und **Landi,** L., (1) Ann. de chim. et de phys., 1893, 6. sér., Bd. 28, S. 28. ***Gérardin,** M. A. fils, (1) Annales d'hygiène publique, 1877, 2. sér., Bd. 47, S. 420. ***Gerhardt,** D., (1) Ergebnisse d. Physiologie, 1904, Jahrg. 3, Abt. I, S. 107. *Gesetz, (1) In: Schroeter, Das Fleischbeschaugesetz usw., 2. Aufl., Berlin 1904. ***Glage,** (1) Zeitschrift f. Fleisch- und Milchhygiene, 1900, Bd. 10, S. 144. ***Glücksmann,** (1) Centralbl. f. Bakt., 1899, Bd. 25, S. 196. ***Goltz,** (1) Zeitschrift f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1899, Bd. 9, S. 208. ***Grindley,** H. S., und **Mojonnier,** T., (1) Experimente über die Verluste beim Kochen des Fleisches. U. S. Departm. Agricult., office of Exp. Stat., 1904, Bull. Nr. 141, S. 95. ***Grosso,** G., (1) Zeitschrift f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1907, Bd. 17, S. 312. ***Gruber,** M., **Lehmann,** K. B., und **Paul,** Th., (1) Der Stand der Verwendung von Konservierungsmitteln für Nahrungs- u. Genußmittel. Allgemeine Schlußsätze. 14. internat. Kongreß für Hygiene und Demographie. September 1907 in Berlin. ***Haldane,** J., (1) Journ. of hygiene, 1901, Bd. 1, S. 115. ***Hamard,** M., (1) La viande et ses différents procédés de conservation. Paris 1902. ***Harrington,** Ch., (1) Boston medical and surgical journal, 1904, S. 555. ***Hauser,** G., (1) Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol., 1885, Bd. 20, S. 162. ***Havemann,** H., (1) Ueber das Wachstum von Mikroorganismen bei Eisschranktemperatur. Dissert., Rostock 1894. ***Hedin,** S. G., und **Rowland,** S., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1901, Bd. 32, S. 341 u. 531. ***Heim,** L., (1) Deutsche Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflege, 1900, Bd. 32, S. 425. ***Heinzerling,** Ch., (1) Die Konservierung der Nahrungs- u. Genußmittel. Halle 1884. ***Henking,** H., (1) Die Seefischerei Norwegens. Abhandl. des Deutschen Seefischerei-Vereins, 1901, Bd. 6, S. 27. ***Hess,** O., (1) Der Formaldehyd. 2. Aufl., Marburg 1901. ***Heyroth,** A., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1888, Bd. 4, S. 1. ***Hieroclès,** C., (1) Arch. f. Hyg., 1898, Bd. 33, S. 155. ***Hladík,** J., (1) Z. f. Hyg., 1906, Bd. 54, S. 130. ***Hofmann,** Franz, (1) Die Bedeutung von Fleischnahrung und Fleischkonserven mit Bezug auf Preisverhältnisse. Leipzig 1880. ***Høye,** K., (1) Undersøgelser over Klipfiskesoppen. Bergens Museums Aarbog, 1901, Nr. 7. ***Husson,** (1) Cit. n. Hamard (1). ***Insinna,** A., (1) Annali d'igiene sperim., 1895, Bd. 5, S. 539. ***Jacobj,** C., und **Walbaum,** H., (1) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., 1906, Bd. 54, S. 421. ***Jacoby,** Martin, (1) Z. f. physiolog. Chem., 1900, Bd. 30, S. 149. — (2) Ebenda, 1901, Bd. 33, S. 126. — (3) Centralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat., 1902, Bd. 13, S. 2. *Japan, (1) Piscicoltura ed industrie affini all' Esposizione di Milano 1906. Direzione dei prodotti marittimi del Ministero di Agricoltura e commercio del Giappone. 1906. *Jelamasse, (1) Zeitschrift f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1904, Bd. 14, S. 326. ***Jess,** (1) Berl. tierärztl. Wochenschr., 1901, S. 633. — (2) Ebenda, 1903, S. 65 u. 377. ***Jorns,** Aug., (1) Arch. f. Hyg., 1907, Bd. 63, S. 123. ***Kallner,** J., (1) Untersuchungen ü. d. Ausblutungszustand bei verschiedenen Schlachtmethoden. Dissert., Würzburg 1904. ***Karliński,** J., (1) Centralbl. f. Bakt., 1889, Bd. 6, S. 289. ***Kayser,** R., (1) Zeitschrift f. öffentl. Chemie, 1899, Bd. 5, S. 431. ***Kerp,** W., (1) Z. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1903, Bd. 6, S. 66. — (2) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1904, Bd. 21, S. 156. — (3) Chem.-Ztg., 1907, S. 1059. ***Kickton,** A., (1) Z. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1907, Bd. 13, S. 534. ***Kionka,** H., (1) Z. f. Hyg., 1896, Bd. 22, S. 351. ***Kionka,** H., und **Ebstein,** L., (1) Z. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 123. ***Kisskalt,** K., (1) Arch. f. Hyg., 1899, Bd. 35, S. 11. ***Kita,** T., (1) Arch. f. Hyg., 1904, Bd. 51, S. 129. ***Kitasato,** S., (1) Z. f. Hyg., 1888, Bd. 3, S. 404. ***Klimenko,** B., (1) Z. f. Hyg., 1904, Bd. 48, S. 67. ***Knuth,** Paul, (1) Zeitschrift f. Fleisch- und Milchhygiene, 1901, Bd. 11, S. 264. ***Koch,** Alfred, (1) Mitt. d. Sektion

für Küsten- u. Hochseefischerei, 1894, Nr. 8; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 16, S. 967. *__Koch,__ Robert, (1) Mitt. Kais. Ges.-Amt, 1881, Bd. 1, S. 234. *__Koch,__ R., **Gaffky** und **Loeffler,** (1) Mitt. Kais. Ges.-Amt, 1881, Bd. 1, S. 322. *__Koch,__ R., und **Wolffhügel,** G., (1) Mitt. Kais. Ges.-Amt, 1881, Bd. 1, S. 301. *__Koller,__ Th., (1) Die Konservierung der Nahrungsmittel. Sammlg. chem. u. chem.-techn. Vorträge, 1900, Bd. 5, S. 415. *Konserven-Industrie, (1) Konserven-Zeitung, 1908, S. 23. *__Kraus,__ A., und **Schmidt,** H., (1) Münchn. med. Wochenschr., 1903, S. 500. *__Kraus,__ Rudolf, (1) Wiener klin. Wochenschr., 1897, S. 736. *__Kuschel,__ (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 43, S. 134. *__Lachner-Sandoval,__ V., (1) Ueber Strahlenpilze. Dissert., Straßburg 1898. *__Lange,__ Ludwig, (1) Arch. f. Hyg., 1901, Bd. 40, S. 143. *__Lanwer und Rüping,__ (1) Patentschrift D.R.P. 120786. *__Lehmann,__ F., (1) Chemische Untersuchungen von norwegischen Fischmehlen und frischen Fischen. Abhandl. des Deutschen Seefischerei-Vereins, 1901, Bd. 6, S. 68. *__Lehmann,__ K. B., (1) Arch. f. Hyg., 1907, Bd. 63, S. 134. — (2) Ebenda, 1902, Bd. 45, S. 88. — (3) Ebenda, 1907, Bd. 63, S. 67. *__Levin,__ E., (1) Skandinav. Arch. f. Physiol., 1904, Bd. 16, S. 249. *__Levy,__ E., (1) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., 1894, Bd. 34, S. 342. *__Lewandowsky,__ F., (1) Arch. f. Hyg., 1904, Bd. 49, S. 47. *__Lichtenfelt,__ H., (1) Anleitung zur Begutachtung des Nährwertes der Kost Privater und der in öffentlichen Anstalten. Bonn 1903. *__Liebig,__ J., (1) Chemische Untersuchungen über das Fleisch. Heidelberg 1847; cit. n. Forster (1). *__Liebreich,__ O., (1) Therap. Monatshefte, 1887, S. 353, und Berl. klin. Wochenschr., 1887, S. 605. — (2) Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medizin, 1900, 3. Folge, Bd. 19, S. 83. — (3) Ueber die Wirkung der Borsäure und des Borax. Berlin 1903. *__Linde,__ C., (1) Zeitschr. d. Vereins Deutscher Ingenieure, 1902, S. 1643. *__Maassen,__ A., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1904, Bd. 21, S. 377. — (2) Ebenda, S. 385. *__Macfadyen__ und **Rowland,** (1) Cit. n. Rideal (2). *__Macphail,__ (1) Cit. n. Rössing (1). *__Marchis,__ L., (1) Production et utilisation du froid. Paris 1906. *__Marcus,__ Hugo, (1) Zeitschrift f. Heilkunde, 1899, Bd. 20, S. 427. *__Marxer,__ Anton, (1) Beitrag z. Frage des Bakteriengehaltes u. der Haltbarkeit des Fleisches bei gewöhnlicher Aufbewahrung. Dissert., Bern 1903. *__Matthes,__ M., (1) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., 1904, Bd. 51, S. 442. *__Mayer,__ Eugen, (1) Hyg. Rundsch., 1901, Bd. 11, S. 877. *__Merges,__ Nic., (1) Lehrb. d. Wurst- und Fleischfabrikation. 2. Aufl., Cöln. — (2) Die internationale Wurst- u. Fleischwarenfabrikation. Wien 1903. *__Milroy,__ T. H., (1) Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 25, S. 154. *__Mörner,__ Carl Th., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1896/97, Bd. 22, S. 514. *Monographies du ministère du commerce et de l'industrie, (1) Nr. 14. Le commerce des conserves alimentaires. Paris 1907. *__Moro,__ E., (1) Jahrbuch f. Kinderheilkunde, 1905, Bd. 62, S. 467. *__Müller,__ Friedrich, (1) Münchn. med. Wochenschr., 1897, S. 1383. *__Müller,__ Max S., (1) Ueber das Wachstum u. die Lebensfähigkeit von Bakterien unter spezieller Berücksichtigung des Fleisches als Nahrungsmittel. Dissert., Gießen 1903. *__Nawiasky,__ (1) Arch. f. Hyg., 1907, Bd. 62, S. 147. *__Neisser,__ M., (1) Z. f. Hyg., 1896, Bd. 22, S. 12. *__Neisser,__ M., und **Sachs,** H., (1) Cit. n. Bauer (1). *__Nencki,__ M., (1) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., 1886, Bd. 20, S. 385. *__Nencki,__ M., und **Sieber,** N., (1) J. f. prakt. Chem., 1882, Bd. 26, S. 1. — (2) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., 1893, Bd. 33, S. 1. *__Neumann,__ R. O., (1) Centralbl. f. Bakt., 1904, 2. Abt., Bd. 13, S. 481. *__Niebel,__ W., (1) Zeitschrift f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1893, Bd. 4, S. 5. *__Niemann,__ F., (1) Arch. f. Hyg., 1893, Bd. 19, S. 126. *__Nothwang,__ Fr., (1) Arch. f. Hyg., 1893, Bd. 16, S. 122. — (2) Ebenda, 1893, Bd. 18, S. 80. *__Nuttall,__ George H. T., und **Thierfelder,** H., (1) Z. f. physiolog. Chem., 1895/96, Bd. 21, S. 109. — (2) Ebenda, 1896/97, Bd. 22, S. 62. *__Nyström,__ (1) Schmidts Jahrbücher der ges. Medizin, 1872, Bd. 154, S. 211. *__Oberndorfer,__ S., (1) Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, 1904, Bd. 36, S. 311. *__Opitz,__ E., (1) Z. f. Hyg., 1899, Bd. 29, S. 505. *__Ostertag,__ R., (1) Handbuch der Fleischbeschau. 5. Aufl., Stuttgart 1904, nebst Bibliographie der Fleischbeschau, Stuttgart 1905. *__Osthoff,__ G., (1) Schlachthöfe und Viehmärkte. 2. Aufl., Leipzig 1903. *__Otto,__ M., und **Neumann,** R. O., (1) Hyg. Rundsch., 1904, S. 1089. *__Overton,__ E., (1) Pflügers Archiv, 1902, Bd. 92, S. 115. *__Palozzi,__ G., (1) Annali d'igiene sperim., 1895, Bd. 5, S. 309. *__Pasqualis,__ G., (1) Atti del R. Istituto Veneto di science, lettere ed arti, 1896/97, Bd. 8, Serie 7, S. 713; ref. in Chem. Centralbl., 1897, Bd. II, S. 1012. *__Passini,__ Fritz, (1) Z. f. Hyg., 1905, Bd. 49, S. 135. *__Paul,__ Ludwig, (1) Z. f. Hyg., 1902, Bd. 40, S. 468. *__Paul,__ Th., und **Prall,** Fr., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1907, Bd. 26, S. 73. *__Pavy,__ (1) Cit. n. Forster (1). *__Pellerin,__ (1) Journ. de pharm. et de chim., 1899, Bd. 10, S. 20. *__Perdrix,__ L., (1) Ann. Pasteur, 1907, Bd. 21, S. 701. *__Perret,__ (1) Annales d'hygiène publique, 1898, 3. sér., Bd. 39, S. 497. *__Peters,__ Friedr., (1) Arch. f. Hyg., 1905, Bd. 54, S. 101. *__Petersen,__ P., (1) Z. f. Biologie, 1871, Bd. 7, S. 166. *__Petri,__ R. J., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1890, Bd. 6, S. 292. *__Pettersson,__ A., (1) Berl. klin. Wochenschr., 1899, S. 915. — (2) Arch. f. Hyg., 1900, Bd. 37, S. 171. *__Peuch,__ F., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1887, Bd. 105, S. 285. *__Pfeiffer,__ L., (1) Die schweflige Säure usw. München 1888. — (2) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., 1890, Bd. 27, S. 261. *__Pflüger,__ E., (1) Pflügers

Archiv, 1906, Bd. 113, S. 465. *Pfuhl, E., (1) Z. f. Hyg., 1900, Bd. 34, S. 465. — (2) Ebenda, 1900, Bd. 35, S. 265. — (3) Ebenda, 1904, Bd. 48, S. 121. — (4) Ebenda, 1905, Bd. 50, S. 317. *Pfuhl, E., und Wintgen, M., (1) Z. f. Hyg., 1906, Bd. 52, S. 145. *Plagge und Trapp, (1) Die Methoden der Fleischkonservierung. Veröff. a. d. Geb. d. Militär-Sanitätswesens, Berlin, 1893, Heft 5. *Poincaré, (1) Revue d'hygiène, 1888, Bd. 10, S. 107. *Poincaré und Macé, (1) Revue d'hygiène, 1889, Bd. 11, S. 107. *Polenske, E., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1891, Bd. 7, S. 471. — (2) Ebenda, 1894, Bd. 9, S. 126. — (3) Ebenda, 1900, Bd. 17, S. 561. — (4) Ebenda, Bd. 5, 6, 8, 11, 12, 14, 15, 19, 20, 22. *Postolka, A., (1) Lehrbuch der allgem. Fleischhygiene. Wien 1903. *Presuhn, V., (1) Zur Frage der bakteriologischen Fleischbeschau. Dissert., Straßburg 1898. *Prudden, T. Mitchell, (1) The medical record, 1887, Bd. 31, S. 341. *Quensel, Ulrik, (1) Z. f. Hyg., 1902, Bd. 40, S. 505. *Refrigerators and food preservation in foreign countries. Consular Reports. Issued from the Bureau of Statistics, Dep. of. State. Washington 1890. *Reichardt, E., (1) Desinfektion und desinfizierende Mittel zur Bekämpfung gesundheitsschädlicher Einflüsse, wie Erhaltung der Nahrungsstoffe. 2. Aufl., Stuttgart 1881. *Remlinger, P., (1) Annales d'hygiène publique, 1896, 3. sér. Bd. 36, S. 408. *Rideal, S., (1) Disinfection and disinfectants. London 1895. — (2) Disinfection and the preservation of food. London u. New York 1903. *Rocques, X., (1) Les industries de la conservation des aliments. Paris 1906. *Rödel, Ph., (1) Conserves de viandes, de poissons etc. Rapport du Jury international. Exposition univers. de 1900. Paris 1902. *Rössing, A., (1) Zeitschr. f. analyt. Chem., 1900, Bd. 39, S. 147. *Röttger, H., (1) Kurzes Lehrbuch d. Nahrungsmittelchemie. 3. Aufl., Leipzig 1907. *Rohardt, W., (1) Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medizin, 1901, 3. Serie, Bd. 21, S. 321. *Rolly, (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 348. — (2) Münchn. med. Wochenschr., 1906, S. 1798. *Rolly und Liebermeister, G., (1) Deutsches Archiv f. klin. Medizin, 1905, Bd. 83, S. 413. *Rosenbach, (1) Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, 1880, Bd. 13, S. 344. *Rost, E., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1902, Bd. 19, S. 1. — (2) Borsäure als Konservierungsmittel. Berlin 1903. *Rost, E., und Franz, Fr., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1904, Bd. 21, S. 312. *Rubner, M., (1) Z. f. Biologie, 1877, Bd. 13, S. 513. — (2) Münchn. med. Wochenschr., 1898, Nr. 18, S. 581. — (3) Hyg. Rundsch., 1902, S. 161. — (4) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1902, Bd. 19, S. 70. — (5) Hyg. Rundsch., 1903, S. 329. — (6) Arch. f. Hyg., 1906, Bd. 56, S. 209. *Salkowski, E., (1) Z. f. klin. Med., 1890, Bd. 17, Suppl., S. 77. — (2) Therapie d. Gegenwart, 1902, S. 169. *Sanderson, Burdon, (1) 13. Report of medical officers of privy council; cit. n. Rideal (1). *Schild, W., (1) Z. f. Hyg., 1895, Bd. 19, S. 113. *Schilling, (1) Deutsche med. Wochenschr., 1900, S. 602. *Schlitzer, Aug., (1) Ueber das Wachstum der Bakterien auf wasserarmen Nährböden. Dissert., Würzburg 1905. *Schmidt, H., (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1904, Bd. 21, S. 226. *Schmidt-Nielsen, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 145. *Schott, A., (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1901, Bd. 29, S. 239. *Schottelius, M., (1) Arch. f. Hyg., 1899, Bd. 34, S. 210. — (2) Ebenda, 1902, Bd. 42, S. 48. *Schütze, A., (1) Z. f. Hyg., 1904, Bd. 47, S. 144. *Schweizerisches Lebensmittelbuch, (1) Methoden für die Untersuchung und Normen für die Beurteilung von Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen. Im Auftrag des Schweiz. Departements des Innern bearb. vom Schweiz. Verein analytischer Chemiker. 2. Aufl., Bern 1904. *Serafini, Al., (1) Arch. f. Hyg., 1891, Bd. 13, S. 173. *Serafini, Al., und Ungaro, G., (1) Annali dell' Istituto d'igiene sperim. dell' univ. di Roma, 1890, Bd. 2, S. 99; Hyg. Rundsch., 1890, S. 267. *Sieber, N., (1) J. f. prakt. Chem., 1879, Bd. 19, S. 439. *Silberschmidt, W., (1) Korresp.-Blatt f. Schweiz. Aerzte, 1896, S. 225. *Stadler, E., (1) Arch. f. Hyg., 1899, Bd. 35, S. 40. *Stepanow, A., (1) Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol., 1902, Bd. 47, S. 411. *Stroese, A., (1) Deutsche tierärztl. Wochenschr., 1898, S. 249. *Stroscher, A., (1) Arch. f. Hyg., 1901, Bd. 40, S. 291. *Suchsland, (1) Festschr. z. Jubelfeier d. Frankeschen Stiftungen, Halle, 1898, S. 87. *Talayrach, J., (1) Annales d'hygiène publique, 1901, 3. sér., Bd. 45, S. 166. *Technische Begründung zur Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 18. Februar 1902, (1) Deutscher Reichs-Anzeiger usw., 1902, Nr. 47. Abgedruckt in Aerztl. Sachverst.-Zeitg., 1902, S. 237, und teilweise in Rost (2). *Tissier, H., und Martelly, (1) Ann. Pasteur, 1902, Bd. 16, S. 865. *Trillat, A., (1) Revue d'hygiène, 1905, Bd. 27, S. 131. *Trombetta, S., (1) Centralbl. f. Bakt., 1891, Bd. 10, S. 664. *Tumpowsky, A., (1) Z. f. Hyg., 1901, Bd. 37, S. 278. *Uhlenhuth, P., (1) Z. f. Medizinalbeamte, 1903, Bd. 16, S. 185. — (2) Enzyklopäd. Jahrbücher d. ges. Heilkunde, 1904, Bd. 11, S. 500 u. 516. — (3) Das biologische Verfahren zur Erkennung und Unterscheidung von Menschen- und Tierblut, sowie anderer Eiweißsubstanzen. Jena 1905. — (4) Deutsche militärärztl. Zeitschr., 1907, Ver.-Beil., S. 27; Berliner tierärztl. Wochenschr., 1907, Nr. 44; Arb. Kais. Ges.-Amt, 1908, Bd. 27, S. 425. *Ulrich, S., (1) Z. f. Hyg., 1906, Bd. 53, S. 176. *Vaillard, L., (1) Annales d'hygiène publique, 1900, 3. sér., Bd. 44, S. 305. — (2) Revue d'hygiène, 1902, Bd. 24, S. 17. *Valagussa, F., (1) Annali d'igiene sperim., 1897, Bd. 7, S. 546. *Vallin, E., (1) Revue d'hygiène, 1881, Bd. 3, S. 177. — (2) Ebenda, 1897, Bd. 19, S. 800. *Venzke und Schorer, (1)

Ref. in Chem. Centralbl., 1893, Bd. II, S. 1020. *Vereinbarungen zur einheitlichen Unters. u. Beurteil. von Nahrungs- und Genußmitteln sowie Gebrauchsgegenständen für das Deutsche Reich, (1) Heft 1, Berlin 1897. *Voit, C., (1) In: Hermanns Handbuch d. Physiologie, 1881, Bd. 6, 1. Teil, S. 441. *Voit, E., (1) Z. f. Biologie, 1879, Bd. 15, S. 493. *Wassermann, A., (1) Deutsche med. Wochenschr., 1903, S. 192. *Wehmer, C., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1897, Bd. 3, S. 209; Abhandlungen d. Deutschen Seefischerei-Vereins, 1898, Heft 3, S. 1. *Weidanz, O., (1) Zeitschrift f. Fleisch- u. Milchhygiene, 1907, Bd. 18, S. 73. *Weigert, Richard, (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1904, Bd. 36, Orig., S. 112. *Wiley, H. W., (1) U. S. Department of Agric., Bureau of Chemistry, Bull. Nr. 84, I u. II. Washington 1904 u. 1906. — (2) Foods and their adulteration. Philadelphia 1907. — (3) U. S. Department of Agric., Bureau of Chemistry, Circular Nr. 37, und Bull. Nr. 84, III. Washington 1907. *Wilhelmy, (1) Arbeiten aus dem Bakteriol. Institut d. Techn. Hochschule zu Karlsruhe, 1903, Bd. 3, S. 1. *Wintgen, M., (1) Zeitschrift f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1901, Bd. 4, S. 1119. *Wissenschaftliche Deputation, (1) Abgedruckt in Zeitschrift f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1908, Bd. 15, S. 58. *Wolf, L., (1) Arch. f. Hyg., 1899, Bd. 34, S. 200. *Wolffhügel, G., und Hueppe, F., (1) Mitt. Kais. Ges.-Amt, 1881, Bd. 1, S. 395. *Wrzosek, A., (1) Virchows Archiv, 1904, Bd. 178, S. 82.

(*Manuskript-Einlauf: 21. März 1908.*)

23. Kapitel.

Die Haltbarmachung von Gemüse durch Erhitzen.

Von Prof. Dr. Alfred Koch,
Direktor des landwirtschaftlich-bakteriologischen Instituts an der Universität Göttingen.

§ 114. Gemüsekonservierung durch Erhitzen unter Luftabschluß.

Außer durch Dörren und durch die im 19. und 20. Kapitel dieses Bandes beschriebenen Verfahren des Einsäuerns und des Einmietens werden Gemüse verschiedenster Art durch Erhitzen unter Luftabschluß 5 haltbar gemacht nach einem ursprünglich von Appert im Jahre 1804 angegebenen Verfahren, von dem schon auf S. 422 die Rede war. Grundlegend für das Verständnis der verschiedenen Anwendungsweisen dieses Verfahrens ist die Kenntnis der verschiedenen Sterilisationsmethoden mit Hilfe feuchter Wärme, über die § 118 und § 119 des 21. Kapitels des 10 Ersten Bandes handeln. Darauf sei hier ein für allemal verwiesen, wenn auch einige prinzipiell wichtige Ergänzungen zu den dort gegebenen Ausführungen notwendig sind. Das Appert'sche Verfahren wird für Gemüse einerseits im Haushalt und andererseits in Fabriken etwas verschieden angewendet, und beide Wege sollen daher getrennt beschrieben werden.

15 Im Haushalt wie in den Fabriken wird das zu sterilisierende Gemüse aus dem auf S. 683 des Ersten Bandes angegebenen Grunde zunächst vorgekocht oder blanchiert, dann in die eigentlichen Konservengefäße gefüllt und hierin nochmals gekocht.

Das Vorkochen geschieht in Wasser oder Dampf. Letzteres ist, wie 20 Müller-Thurgau (1) neuerdings durch eine besondere Versuchsreihe gezeigt hat, in verschiedener Hinsicht praktischer; denn erstens war bei einer Blanchierdauer von 25—30 Minuten das gedämpfte Gemüse 3—5 Minuten früher weich als das in Wasser gekochte, zweitens aber wurden, wie folgende Tabelle zeigt, durch Kochen in Wasser bis fünfmal 25 mehr Nährstoffe aus dem Gemüse ausgelaugt wie durch Dämpfen. Das

Dämpfen ist daher sowohl beim Zubereiten für den Tisch wie bei der Vorbehandlung zum Konservieren im Haushalt oder in der Fabrik nach Müller-Thurgau mehr zu empfehlen als das Kochen in Wasser.

Die folgende Tabelle gibt an, wieviel Kilogramme Substanz aus 100 kg Rohmaterial beim Kochen in Wasser oder Dämpfen sich lösten:

Gemüseart	Behandlung	Trockensubstanz	Darin enthalten:				
			Stickstoffhaltige Stoffe (Protein)	Stickstofffreie Extraktivstoffe	Mineralstoffe	Darin	
						K_2O	P_2O_5
Karotten in Scheiben	gekocht	3,75	0,52	3,43	0,265	0,120	
	gedämpft	0,69	0,024	0,608	0,059	0,019	0,0047
Erbsen	gekocht	3,31	0,626	2,44	0.243	0,113	0,028
	gedämpft	0,688	0,118	0,483	0,087	0,046	0,008
Bohnen ganz	gekocht	1,008	0,240	0,624	0,144	0,087	0,0114
	gedämpft	0,286	0,051	1,99	0,036	0,023	0,0033
Bohnen zerschnitten	gekocht	1,208	0,276	0,768	0,164	0,098	0,0132
	gedämpft	0,227	0,041	0,149	0,037	0,023	0,0033

Nach dem Blanchieren wird das Gemüse in die eigentlichen Konservengefäße gefüllt und darin sterilisiert.

Im Haushalt verwendet man zu diesem Zweck in immer steigendem Maße Gläser mit abgeschliffenem Rand, auf dem Blechdeckel oder unten plangeschliffene Glasdeckel mit Gummidichtung liegen. Die mit dem blanchierten Gemüse und dem gleich zu erwähnenden Salzwasser bis einige Zentimeter unter den Rand gefüllten Gefäße werden dann am besten im Dampf sterilisiert. Im Haushalt kann dazu nur strömender Dampf von 100° und nicht unter Druck stehender Dampf benutzt werden, weil letzterer teurere und schwieriger zu handhabende Apparate voraussetzt. Zur Herstellung des erwähnten Salzwassers empfiehlt Weck in der Gebrauchsanweisung zu seinen weit verbreiteten Frischerhaltungsapparaten 10 g Salz in einem Liter Wasser zu lösen. Bezüglich der Frage, ob diese Salzlösung antiseptisch wirken kann, vergleiche man S. 411 dieses Bandes.

Beim Erhitzen der beschriebenen Gefäße im strömenden Dampf dehnt sich nun die Luft in den Gefäßen aus und entweicht unter den Deckeln eventuell unter Hochhebung der meist zur Verhütung einer Verschiebung der Deckel und Gummidichtungen angewendeten Klammern zum großen Teil ins Freie. Sobald dann die Temperatur im Sterilisiergefäß nach Beendigung der Erhitzung sinkt, kondensiert sich der Dampf im Konservengefäß und ziehen sich Luft und Inhalt in demselben zusammen. Dadurch wird nun der Deckel durch den Druck der äußeren Luft fest auf das Konservengefäß gepreßt, so daß, solange Gummidichtung und Schliff an Gläsern und Deckeln intakt bleiben, ein luftdichter Verschluß erzielt wird.

Die Dauer des Erhitzens auf 100° gibt Weck für Spargel, grüne Bohnen, Puffbohnen, Linsen und Karotten auf 90 Minuten, für Blumenkohl, Schwarzwurzel und Pilze auf 60 Minuten an. Spargel soll dann nach 5—6 Tagen nochmals 20 Minuten gekocht werden.

Selbstverständlich kann auf diesem Wege eine vollständige Sterili-

sierung nicht sicher erreicht werden: denn es sind zahlreiche Bakterien bekannt, deren Sporen im feuchten Zustande längere Zeit 100° aushalten, so z. B. die Sporen von:

Bac. subtilis	180	Minuten	nach	Brefeld, Blau
„ *mes. ruber*	330—360	„	„	Globig
„ *robustus* } „ *calidus* }	450—480	„	„	Blau Blau
Erdbakterien	960	„	„	Christen
Bac. tostus } „ *cylindricus* }	1140—1200	„	„	Blau

Solche Bakterien sind besonders in Erde verbreitet, können also 5 leicht als Verunreinigung auf dem Gemüse vorkommen. Und doch scheinen viele dieser Formen für die Haushaltungsgemüsekonserven nicht gefährlich zu sein, da das Temperaturminimum für die Keimung ihrer Sporen so hoch liegt (für *Bac. robustus* 18—28°, *B. calidus*, *B. cylindricus*, *B. tostus* 35—40°), daß die Aufbewahrung der Konserven an einem 10 kühlen Orte genügen würde, um die eventuell darin am Leben gebliebenen Sporen am Keimen zu verhindern. Dies wird durch einen Versuch von Christen (1) illustriert, der Erde zwei Stunden mit Wasser kochte, dann mit diesem Material Nährgelatine impfte und beobachtete, daß bei Zimmertemperatur in vier Tagen kein Wachstum eintrat, wohl aber bei 15 37° in zwei Tagen.

Aber nicht alle stundenlang 100° aushaltenden Bakteriensporen haben ein so hohes Keimungsminimum. Für *Bac. subtilis* gibt z. B. Schreiber (s. Bd. I, S. 445) ein Wachstumsminimum von 8—10° an. Derartige Sporen können demnach auch in kühl aufbewahrten Kon- 20 serven noch keimen.

Vollständig sterile Konserven können also im Haushalt nach dem angegebenen Verfahren nicht sicher erzielt werden, und ganz im Einklang hiermit schreibt z. B. Weck in seiner oben angeführten Gebrauchsanweisung, daß zweimaliges Sterilisieren mit einem Zwischenraum von 25 2—3 Tagen empfehlenswert sei, wenn man äußerste Vorsicht anwenden wolle, rät sogar, diese doppelte Sterilisation bei dem leicht verderbenden Spargel zur Regel zu machen, und bemerkt schließlich, daß zu warme Aufbewahrung der Konserven etwa darin enthaltene Bakterien zur Entwicklung bringe.

30 Aber es ist doch auffällig, wenn trotzdem die weit überwiegende Mehrzahl der nach dem erwähnten Prinzip sterilisierten Haushaltungskonserven sich hält, während unter Watteverschluß bei 100° sterilisiertes Gemüse fast ausnahmslos verdirbt, wenn man es in hoher Temperatur aufbewahrt. Offenbar unterstützt der Umstand, daß die beim 35 Sterilisieren am Leben gebliebenen Bakteriensporen in den luftdicht verschlossenen Konservengläsern der beschriebenen Art wenig Luft zur Verfügung haben, im Verein mit niederer Aufbewahrungstemperatur, die Haltbarkeit, weil vielleicht viele Sporen wenigstens in dem geschwächten Zustand, in den sie durch das Kochen versetzt sind, in dem luftver- 40 dünnten Raum nicht keimen können. Freilich verdarben ausnahmslos die Gemüse, welche C. von Wahl (2) durch zwei Stunden bei 100° in Wolff'schen Gläsern sterilisiert hatte, aber er hielt sie bei 28°, und diese hohe Temperatur begünstigte wohl das Auskeimen der am Leben gebliebenen Sporen, die in Kellertemperatur vielleicht nicht ausgekeimt 45 wären.

Der Luftabschluß würde hiernach doch nicht nur insofern kon-

servierend wirken, als dadurch der Zutritt von neuen Bakterien verhindert wird, wie man gewöhnlich annimmt, sondern auch dadurch, daß Luftmangel die lebend gebliebenen Sporen an der Keimung hindert.

Zusammenfassend können wir also sagen, daß nach dem üblichen Verfahren einmal bei 100° sterilisierte Gemüsekonserven des Haushaltes 5 auch bei vorsichtigster Herstellung kein sicher bakterienfreies Produkt sind, daß sie sich aber meist halten, weil niedere Aufbewahrungstemperatur und Luftmangel die Auskeimung der in den Konserven vielleicht am Leben gebliebenen Bakteriensporen hindern.

§ 115. Fabrikmäßige Gemüsekonservierung durch Erhitzen unter 10 Luftabschluß.

Außer im Haushalt werden in großem Maßstabe Gemüsekonserven fabrikmäßig hergestellt. Man nimmt nach brieflichen Mitteilungen des Herrn Konservenfabrikanten Albert Müller, dem ich auch manche sonstige Auskunft verdanke, an, daß in Deutschland 500—600 Kon- 15 servenfabriken, in Braunschweig allein gegen 40 existieren, die indessen teilweise nur Fleisch oder wenigstens neben Gemüse auch Fleisch konservieren. Die Jahresleistung einer Fabrik soll bis 15000 Zentner (à 50 kg) Spargel und 20000 Zentner Erbsen steigen, und die Spargelplantagen um Braunschweig, die vorzugsweise der Konservenfabrikation 20 dienen, sollen 4000 Hektar umfassen.

Das Arbeitsverfahren der Fabriken, dessen wesentliche Punkte nun zu beschreiben sind, muß Gewinnung eines sicher sterilen Produktes schon deshalb anstreben, weil dasselbe auf dem Lager, in den Verkaufsräumen, bei Verwendung in wärmeren Ländern höheren Temperaturen 25 ausgesetzt werden kann, bei denen die vielleicht in den Konserven am Leben gebliebenen Bakterien auskeimen können.

Vor dem Sterilisieren werden die Gemüse auch in den Fabriken vorgekocht oder blanchiert. Da die Gemüse beim Kochen ihre lebhaftgrüne Farbe in Grau oder Braungrün verändern, so färbt man sie in 30 Frankreich schon lange durch Zusatz von Kupfersulfat zum Blanchierwasser (Reverdissage). Belser (1) führt an, daß nach Tschirch (1) auf 60—70 kg Gemüse 30—70 g Kupfersulfat und 100 Liter Wasser, nach K. B. Lehmann auf 30—40 kg Gemüse 10—15 g Kupfersulfat und 100 Liter Wasser genommen werden. Diese Masse wird in einem 35 Kupferkessel gekocht. Das Kupfersulfat wirkt nach Tschirch hierbei durch Bildung des brillantgrünen Salzes der Phyllocyaninsäure. Das Gemüse muß zur Entfernung des überschüssigen Kupfersalzes nach dem Färben sehr gut abgespült werden. In Deutschland ist nach dem Reichsgesetz vom 5. Juli 1887 betr. Verwendung gesundheitsschädlicher Farben 40 bei der Herstellung von Nahrungsmitteln usw. das Kupfern der Gemüse verboten, doch neigt man nach einem in Brandau's (1) Kalender S. 144 nachzusehenden amtlichen Erlaß vom 20. Okt. 1896 auf Grund neuer Untersuchungen der Auffassung zu, daß das Kupfer in den hier in Betracht kommenden kleinen Mengen nicht so gesundheitsschädlich sei, wie man 45 früher annahm. Nach Brandau sind in Oesterreich 55 mg, in Frankreich 40 mg Kupfersalz pro Kilogramm Konservenmasse gestattet. Konservierend werden die kleinen in künstlich gegrüntem Gemüse vorhandenen Kupfermengen nach Belser kaum wirken.

Die so vorbereiteten Gemüse werden dann in die eigentlichen Kon- 50

servengefäße (meist Blechbüchsen) gefüllt. Diese sind jetzt nur noch an der seitlichen Längsnaht verlötet, während Boden und Deckel mit Hilfe einer Gummidichtung luftdicht aufgefalzt werden. Veranlassung zur Erfindung dieser Falzmethode gab nach BELSER (1) das Reichsgesetz 5 vom 25. Juni 1887 betr. den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen, welches vorschreibt, Konservendosen mit einer Innenverzinnung von höchstens ein Prozent Blei zu versehen und mit Lot von höchstens 10 Proz. Blei zu verschließen. Die praktische Schwierigkeit der Lötung mit solchem Material führte zur Erfindung der Falzdose.

10 Die gefüllten Dosen werden dann durch gespannten Dampf in Autoklaven sterilisiert. Die dabei anzuwendende Temperatur muß möglichst hoch sein, um sichere Abtötung der Bakterien zu erzielen; sie muß andererseits möglichst niedrig sein und möglichst kurze Zeit angewandt werden, um zu verhindern, daß die Gemüse einen Kochgeschmack an-15 nehmen und zu weich werden und zerfallen. Dabei ist weiter zu bedenken, daß manche Gemüse sich schwerer sterilisieren lassen als andere, und in manchen Jahrgängen ein und dasselbe Gemüse leichter verdirbt als in anderen und deshalb länger sterilisiert werden muß, um Fabrikationsverluste zu verhüten. Die Verschiedenartigkeit der bei der 20 Wahl der Sterilisiertemperatur zu beachtenden Gesichtspunkte läßt es unmöglich erscheinen, ein einfaches allgemein übliches Rezept für die Sterilisierung von Gemüsekonserven aufzustellen. Als Grundlage zur Beurteilung der in der Praxis angewandten Temperaturen mag aber angeführt werden, daß die widerstandsfähigsten Sporen aus Erde nach 25 CHRISTEN (1) sterben:

bei	105—110°	in	2—4	Stunden
„	115°	„	30—60	Minuten
„	120°	„	5—15	„
„	125—130°	„	5	„

und daß der ebenfalls in Erde häufige *Bac. mesentericus ruber* nach GLOBIG stirbt:

bei	109—113°	nicht nach 45 Minuten
„	113—116°	nach 25 Minuten
„	122—123°	„ 10 „
„	126°	„ 3 „

CHRISTEN zieht aus seinen Untersuchungen das allgemeine Resultat, daß bis 115° die zur Abtötung der Sporen nötige Dauer der Einwirkung 30 umgekehrt proportional der Temperatur und dem Druck des Dampfes ist, daß von 120° an eine ziemlich plötzliche Zunahme der Abtötungskraft des gespannten Dampfes festzustellen ist, so daß zwischen 120 und 135° nur vereinzelte Proben 1—5 Minuten aushielten, und daß 140° von keinem Organismus auch nur 1 Minute ausgehalten wird.

35 Demgegenüber hat die Praxis unter Berücksichtigung auch der anderen, oben erwähnten, von ihr zu beachtenden Gesichtspunkte Sterilisiertemperaturen ausprobiert, von welchen folgende aus BRANDAU's Kalender entnommene Tabelle ein Bild gibt, wenn auch natürlich in verschiedenen Fabriken mit etwas abweichenden Temperaturen gearbeitet 40 wird und auch die für notwendig gehaltene Dauer der Einwirkung verschieden ist.

Art der Konserve	Dosengröße	Temperatur °C	Kochdauer Minuten	Bemerkung. Es bedeutet „auf“: Anwärmungszeit, „ab“: Abkühlungszeit
Spargel (Stangen-)	1/2	112	14	5 Min. auf 5 Min. ab
„ (Brech-)	1/2	112	15	5 „ „ 5 „ „
„	1/2	110	9	
„	2/1	115	15	
„	1/1	115	7	7 „ „ 7 „ „
„	1/2	112	12	4 „ „ 4 „ „
„	1/1	115	14	5 „ „ 5 „ „
„	1/1	115	10	4 „ „ 4 „ „
„	1/1	117	7	4 „ „ 4 „ „
Erbsen	1/1	116	14	4 „ „ 4 „ „
„	1/1	117	17	6 „ „ 5 „ „
„	1/1	110	20	
„	1/1	116	13	
„	1/2	115	13	
„	1/1	117	15	10 „ „ 7 „ „
„	2/1	117	20	10 „ „ 7 „ „
„	2/1	119	19	5 „ „ 5 „ „
Bohnen	1/2	112	15	5 „ „ 5 „ „
„	1/1	115	15	5 „ „ 5 „ „
„	2/1	118	20	8 „ „ 8 „ „
„	5/1	100	165	
Brauner Kohl	1/1	117	45	
„ „	1/1	118	20	Nach d. Blanchieren u. Hacken nochmals 45—60 Min. vorgekocht
„ „	2/1	122	25	
Blumenkohl	1/1	115	15	5 Min. auf 5 Min. ab
„	2/1	118	18	
Spinat	1/1	117	25	
„	2/1	125	30	
„	2/1	128	45	
„	1/1	121	50	
„	1/2 u. 1/1	128	60	
„	2/1 u. 2 1/2	128	90	
Karotten	1/1	117	17	
Puffbohnen	1/1	115	12	5 „ „ 5 „ „
Kohlrabi	1/1	115	15	
„	1/2	115	12	
Schwarzwurzeln	1/1	120	60	
„	1/2	117	50	
Trüffeln	1/1 u. 1/2	113	15	
„	1/4 u. 1/8	111	12	

Die zwischen Horizontallinien eingeschlossenen Zahlen stammen aus einem Versuch oder einer Fabrik.

Abgesehen von braunem Kohl und Spinat, die auch wegen der schwierigen Durchwärmung schwer zu sterilisieren sind, erheben sich die Sterilisiertemperaturen meist nicht über 118°. Besonders die niedrigeren Temperaturen von 110° an aufwärts bis etwa 116° werden nach obiger 5 Liste aber meist nur so kurze Zeit angewendet, daß sie zur sicheren Abtötung der oben angeführten widerstandsfähigen Erdbakteriensporen nicht ausreichen. Wenn die Gemüse also auch nach dem Blanchieren noch derartige Sporen enthalten, muß deren Auskeimung durch andere Umstände verhindert werden, wenn die Konserven bei Anwendung so 10 niedriger Temperaturen steril bleiben.

Tatsächlich erweist sich ein Teil der fabrikmäßig hergestellten Gemüsekonserven als nicht steril und verdirbt durch Bakterienentwicklung. Solche Konserven werden in der Praxis daran erkannt, daß sie bombieren, d. h. daß durch den Druck der von den Bakterien 15 erzeugten Gase Boden und Deckel der Büchse nach außen vorgewölbt werden, ja es kann, da nach Belser der Gasdruck bis auf 3.5 Atmosphären steigt, vorkommen, daß die Büchse durch den Druck der in ihr erzeugten Gase aufreißt; man vergleiche darüber Krüger (1) und Belser (1). Natürlich können sich in solchen verderbenden Büchsen auch nichtgas- 20 bildende Bakterien entwickeln, dann ist das Verderben äußerlich nicht durch die Bombage erkennbar, worüber Harding und Nicholson (1) zu vergleichen sind. Der Prozentsatz der bombierenden Büchsen ist, wie oben angedeutet, in manchen Jahren trotz gleicher Arbeitsweise größer als in anderen.

25 Die Gründe dieses für Fabrikanten wie Konsumenten gleich unangenehmen Verderbens der Konserven sind durch neuere Arbeiten, die nun zu besprechen sind, in verschiedener Beziehung klarer geworden. Bei dieser Gelegenheit ist auch zu erörtern, auf welche Fehlerquellen bei der fabrikmäßigen Gemüsekonservierung zu achten ist.

30 Vorerst ist zu bemerken, daß (s. S. 434) nach Pfuhl und Wintgen (1) auch ohne Bakterienentwicklung durch Einwirkung der organischen Säuren der Konserven auf das Büchsenblech Bombage entstehen soll, daß aber Rudolph (1) die bezüglichen Versuche der eben genannten Forscher bei Nachprüfung nicht bestätigen konnte.

35 Jedenfalls werden derartige Fälle gewiß die seltene Ausnahme bilden und sonst stets Bombage durch gasbildende Bakterien erzeugt werden. Diese Bakterien können erstens durch Undichtigkeiten der Büchse nach dem Sterilisieren einwandern, wobei vor allem die in dem Kühlwasser, in das die Büchsen gleich nach dem Sterilisieren getaucht werden, 40 enthaltenen Bakterien eine wichtige Rolle spielen. Belser (1) fand unter 34 bombierten Dosen 16 undicht, wobei 5 durch den Druck der Bombagegase nachträglich aufgerissen waren. Die Undichtigkeit fand sich meist an der Uebergangsstelle zwischen seitlicher Lötnaht und Falz. Weiter untersuchte Belser dann auch 30 neue leere Büchsen und fand 45 unter diesen 4 undicht, so daß er es für angezeigt hält, die maschinellen Falzeinrichtungen zu verbessern oder die undichten Stellen nach dem Falzen zuzulöten. Zum Nachweis der Undichtigkeit evakuierte er die Luft aus den in Fluoresceinlösung gestellten Büchsen, Rudolph verwendete zum gleichen Zweck Druckluft. Pfuhl (2) empfiehlt, die Büchsen 50 nach dem Sterilisieren nachzuwiegen, um einen Gewichtsverlust durch Undichtigkeit festzustellen, oder die Büchsen in kochendes Wasser zu stellen und zu sehen, ob Luftbläschen austreten; oder man solle die Büchse nochmals sterilisieren, den Dampf abblasen lassen und dann

beobachten, ob Flüssigkeit durch den in der Büchse zurückbleibenden Druck nach außen gepreßt wird. Die Undichtigkeiten entstehen nach PFUHL (2) teilweise beim Stanzen der Deckel und werden dann beim Auffalzen noch vergrößert. Längsrisse entstehen manchmal an den oberen Ecken viereckiger Büchsen, die aus einem Stück gezogen sind. 5 Auch können schon Fehler im verwendeten Blech vorhanden sein, und weiter legt sich, wie BELSER bemerkt hat, der Rand beim Falzen manchmal nicht fest genug an die gelötete Längsnaht oder an die Ecken viereckiger Büchsen. Hier kann die Büchse in der oben beschriebenen Weise besonders dann undicht werden, wenn nach dem Sterilisieren der Dampf 10 aus dem Autoklaven abgelassen wird.

Zweitens können in der Konserve eingeschlossene Bakterien trotz Sterilisation am Leben bleiben. Für diese Frage ist wichtig, wie man erreichen kann, daß in allen Teilen der Konserve wirklich die beabsichtigte Sterilisiertemperatur herrscht. Versuche über die Durchwärmung 15 verschieden großer Fleischkonservenbüchsen haben PFUHL (1) und andererseits BISCHOFF und WINTGEN (1) mit Thermoelementen aus Konstantan und Kupfer und einem D'ARSONVAL'schen Millivoltmeter in sehr vollkommener Weise angestellt. BELSER zeigte durch ähnliche Versuche mit Maximumthermometern, wie verschieden schnell sich die mit verschiedenen Ge- 20 müsen gefüllten Konservenbüchsen durchwärmen. Angewendet wurde dabei Kesseldampf von 7—8 Atmosphären, den man langsam in den Autoklaven einströmen ließ. Wenn durch 20 Minuten eine Temperatur von 125° (Manometerablesung) angewendet wurde, zeigte das Maximumthermometer im Autoklaven 124,5°, eine darin befindliche, 2 Liter fassende 25 Büchse Sauerkraut aber nur 106,5°. Andererseits war eine Fünfliter-Büchse Tomatenpüree 105° warm, wenn 105° durch 30 Minuten einwirkten. Wenn das Manometer durch 20 Minuten 117° zeigte und das Maximumthermometer im Autoklaven 117,9°, war die Einliter-Büchse

Spinat	104°	warm
Erbsen	112°	„
Bohnen	109,5°	„

Ueber den Gang der Durchwärmung erlauben folgende Versuche ein 30 Urteil. Bei einer Autoklaventemperatur von 115° erwärmte sich eine Einliter-Büchse Erbsen

in	5	Min.	auf	105,8°
„	10	„	„	108,2°
„	15	„	„	111,9°
„	20	„	„	113°

Bei 112° erwärmte sich eine Einliter-Büchse Bohnen

in	5	Min.	auf	104,5°
„	10	„	„	107,5°
„	15	„	„	109°

Sehr kompaktes Material, wie Spinat und Sauerkraut, hindert also erheblich den Temperaturausgleich, ist daher schwierig zu durchwärmen und verlangt besondere Vorsicht beim Sterilisieren. 35

Die beabsichtigte Temperatur kann in der Konserve auch dann nicht erreicht werden, wenn im Autoklaven ein Gemisch von Dampf und Luft statt reinen Wasserdampfs sich befindet. Es tritt dies dann ein, wenn dem einströmenden Dampf nicht genügend Zeit gelassen wird, die Luft aus dem Autoklaven zu vertreiben, wie dies in Fabriken leicht vor- 40 kommen kann, wenn während einer kurzen Erntezeit gewaltige Gemüsemassen zu verarbeiten sind.

Grundlegende Versuche hierüber sind von Heydenreich (1) angestellt worden, dem die Resultate von Koch, Gaffky und Loeffler (s. S. 423) über die langsame Durchwärmung von Flüssigkeiten, die von gespanntem Dampf umgeben sind, unglaublich erschienen. 5 In Anbetracht der Wichtigkeit, den dieser Punkt für wissenschaftliche und praktische Sterilisationsversuche hat, müssen Heydenreich's Resultate hier kurz besprochen werden. Heydenreich zeigte, daß bei genügender Entfernung der Luft aus dem Autoklaven sich bei einer am Deckel des Autoklaven gemessenen Temperatur von 120° C $3^3/_4$ Liter Wasser in 10 einem in den Autoklaven gestellten Kolben in wenig mehr als 15 Minuten, 0,5 Liter in wenig mehr als 2 Minuten auf 120° erwärmen. Bei einer Autoklaventemperatur von 110° erwärmt sich ein Liter Wasser in 5—10 Minuten, 0,1 Liter Wasser in 2 Minuten auf 110° C. Ganz anders verläuft der Versuch, wenn man Luft im Autoklaven läßt! Es erreicht 15 dann das Wasser im Kolben 20 cm über dem Spiegel des im Autoklaven kochenden Wassers nur 107° und 105° C, ohne Luft 119°, nach einviertelstündiger Einwirkung des Dampfes von 120°. In dem Moment, in dem das Deckelthermometer des Autoklaven 120° erreicht, zeigt das Wasser im Kolben bei im Autoklaven eingeschlossener Luft noch nicht 50°, ohne 20 dieselbe 120°. Es beruht dies nach Heydenreich darauf, daß die Luft in Gegenwart von überhitzten Dämpfen die Kondensation letzterer verhindert (Watt'sches Gesetz) und daß die Luft ein sehr schlechter Wärmeleiter ist und sich deshalb nur langsam durchwärmt.

Belser stellte ähnliche Versuche mit Gemüsekonserven an, wobei er 25 absichtlich Luft im Autoklaven ließ. Er hielt den Druck laut Manometerablesung 20 Minuten auf einer 114° C entsprechenden Höhe und fand dann in einer

Einliter-Büchse	Erbsen	103,5°	Maximaltemperatur
Halbliter-Büchse	„	105,5°	„
Einliter-Büchse	Bohnen	103,0°	„
Halbliter-Büchse	„	104,5°	„
Einliter-Büchse	Spinat	101,0°	„

Wenn der Druck 15 Minuten auf einer 118° C entsprechenden Höhe gehalten wurde, zeigte das Maximumthermometer in der Nähe des Deckels 30 101,0° C, in der Mitte des Autoklaven 105,5° C, über der Wasseroberfläche 117,0° C. Diese Zahlen zeigen klar, wie gefährlich dem Dampf beigemengte kalte Luft, der sogen. kalte Druck der Techniker, für das Resultat der Gemüsesterilisierung ist.

Endlich können aber auch Bakterien der oben erwähnten Arten 35 in den Konserven am Leben bleiben, welche die beabsichtigten Sterilisiertemperaturen der Fabriken, auch wenn sie bezüglich Durchwärmung der Konserven und Entfernung der Luft aus dem Autoklaven tadellos angewendet worden sind, ertragen. In welchem Umfange solche Bakterien das Verderben der Konserven verschulden, lehren die nun zu besprechen-40 den, von verschiedenen Seiten durchgeführten Untersuchungen der in verdorbenen Konserven vorgefundenen Bakterien, wozu in betreff der in verdorbenen Fleischkonserven aufgefundenen Bakterien auf S. 433 verwiesen sei. Schon Aderhold (1), der als der erste verdorbene Konserven untersuchte, und mehrere Forscher nach ihm fanden in den 45 bombierten Konserven zwar mikroskopisch Bakterien, dieselben waren aber in Kulturen nicht mehr zum Wachsen zu bringen und demnach wahrscheinlich unter dem Einfluß ihrer Stoffwechselprodukte und des Luftmangels, wie Belser meint, in den Konserven abgestorben. Belser sah

auch konservenverderbende Bakterien, die er in Erbsenbrühe in zugeschmolzenen Röhren hielt, nach 9 Monaten abgestorben, in anderen Fällen nicht.

In denjenigen Fällen, in denen lebende Konservenverderber gefunden und deshalb einigermaßen bestimmt werden konnten, zeigte es sich, daß es keine spezifischen Konservenverderber gibt, sondern auch sonst verbreitete Bakterien in den Konserven gefunden werden. Auch lassen sich für bestimmte Gemüsearten charakteristische Verderber nicht auffinden. Belser fand allerdings *Bac. amylobacter* öfter bei Erbsen und erwähnt eine Form, die für Bohnen gefährlich zu sein scheine. Auffallend ist vor allem, daß von allen Forschern, die die Bakterienflora verdorbener Konserven untersuchten, so Russell, Belser (1), Harding und Nicholson (1), Haselhoff und Bredemann (1), C. von Wahl (2), Rudolph (1), wobei in mehreren Fällen nachgewiesen wurde, daß die isolierten Bakterien wirklich Bombage erzeugten (z. B. durch Haselhoff und Bredemann und durch Rudolph), nur selten Formen nachgewiesen worden sind, die die Sterilisiertemperaturen der Fabriken überdauern. C. von Wahl, der eingehend eine Reihe von meist sporenbildenden, von ihm aus Konserven isolierten Bakterien untersuchte, sagt, daß die Sporen seiner deckenbildenden Bakterien auf Erde eingetrocknet bis sechsstündiges Erhitzen auf 100° C aushielten, während bei allen anderen Bakterien eine Entwicklung der Sporen nach dreiminutenlangem Kochen in Bohnenbouillon nicht mehr stattfand. Höhere Temperaturen als 100° scheint er nicht untersucht zu haben. Zusammenfassend hebt er die mangelhafte Resistenz der Sporen der isolierten Bakterien hervor. Aehnlich äußert sich Belser. Haselhoff und Bredemann isolierten aus verdorbenen Bohnenkonserven den neuen *Bacillus clostridioides*, dessen Sporen bei 100° aber auch schon nach 2—2½ Minuten abstarben; mit dieser Form infizierte gesunde Konserven bombierten daher nach abermaliger Sterilisation in der Fabrik nicht.

Meines Wissens haben nur Harding und Nicholson nachweislich eine Bakterienform in bombierten Erbsenkonserven gefunden, die die Fabriksterilisationstemperatur aushält und Bombage verursacht. Es handelt sich um eine anaerobiotische plumpe Stäbchenform, die im angeschwollenen Stäbchenende die Spore bildet, sich nach Gram nicht färbt und Rohr- und Milchzucker, sowie Dextrose unter Gas- und Säurebildung vergärt. Mit dieser Spaltpilzart infizierte Erbsen wurden in einer Fabrik bei 240° F (115—116° C), der im Staate New York für Erbsen meist angewandten Sterilisiertemperatur, sterilisiert, und es verdarben von je 150 Büchsen bei einer Sterilisierzeit von 20 Minuten 73, bei einer solchen von 25 Minuten 6 und bei einer solchen von 30 Minuten nur eine, während bei noch längerer Dauer der Sterilisation keine mehr bombierte.

Vielleicht hat auch Russell, dessen Arbeit ich nur aus einem kurzen Citat bei Harding und Nicholson kenne, eine ähnlich resistente Konservenbakterie in Händen gehabt. Aus diesen Resultaten kann man als wahrscheinlich folgern, daß das Verderben der Konserven weniger durch lebendgebliebene hochresistente Bakterien als durch Fabrikationsfehler der oben beschriebenen Art (mangelhafte Durchwärmung der Konserven, ungenügende Austreibung der Luft aus dem Autoklaven) verursacht wird. Zu einem anderen Schlusse kommt C. von Wahl (2). Er glaubt, daß man in Konserven deshalb keine resistenten Bakterien findet, weil die Hitzebeständigkeit der Sporen unter dem Einfluß verschiedener

Umstände sehr wechselt und, wie schon Christen vermutete, unter den Züchtungsbedingungen des Laboratoriums sich sehr vermindert. Dies gab C. von Wahl Veranlassung zu sehr interessanten näheren Untersuchungen über diesen Punkt, welche zeigen, daß die Resistenz des von 5 ihm aus Konserven isolierten *Bac. daucarum* wesentlich von dem Nährmedium, auf dem die Sporen gezogen werden, und dem Stoff, auf dem sie antrocknen, abhängt, während Alter und Geschwindigkeit des Antrocknens ohne Einfluß sind. Einseitig verstärkte Stickstoffernährung erhöht bei *Bac. mesentericus vulgatus* die Resistenz nicht. Besonders auf 10 Erde angetrocknete Sporen sind stets widerstandsfähiger als die auf Seide, Watte, Papier, Kork, Glas oder Hollundermark angetrockneten. Wenn C. von Wahl die auf Agar gezogenen Sporen des von ihm aus Konserven isolierten *Bac. destruens* auf Erde antrocknen ließ, so hielten sie 100° durch 6 Stunden und sonst nur durch 2 Stunden aus.

15 Entsprechend den Fabrikerfahrungen, daß Erbsen schwer, Karotten leicht zu sterilisieren sind, zeigte C. von Wahl, daß Sporen von *Bac. daucarum* und anderen Arten in Erbsendekokt resistenter sind als in Karottendekokt. Es scheint diese Erscheinung nicht darauf zu beruhen, daß die durch das Kochen geschwächten Sporen in nährstoffarmen 20 Medien, wie Karottendekokt, nicht keimen können; denn Zusatz von Fleischextrakt zu Karottendekokt erhöhte die Resistenz von *Bac. mesentericus vulgatus* nicht. In neutralem Karottensaft starben die Sporen schneller als in alkalisch gemachtem. Man vergleiche dazu weiter unten die Angaben von Kneubühler. In mehrfach oder bei höherer Tem-25 peratur sterilisiertem Karottendekokt wuchsen Bakterien nicht mehr, Karamelisierung des Rohrzuckers war dabei nicht schuld. Bekannte Erdbakterien, wie auch die aus Konserven isolierten, wuchsen auf Erbsen am üppigsten, die meisten sogar recht kräftig, außer *Bac. mycoides*. Auf Bohnen wuchsen *Bac. mycoides* und *Bac. Megaterium* spärlich. 30 Auf Spargeln gedeihen die meisten Bakterien außer *Bac. mesentericus vulgatus* und *Bac. mesentericus fuscus*, sowie *Bac. asterosporus* schwach. Auf Karotten wuchsen vielleicht wegen des geringen Eiweißgehaltes dieses Materials *Bac. mycoides* gar nicht und die übrigen sehr spärlich. Speziellere Angaben darüber, wie lange die einzelnen Bakterienarten das 35 Kochen in verschiedenen Gemüsen aushalten, sind bei C. von Wahl (2) nachzusehen. Die Resistenz schwankte innerhalb weiter Grenzen.

Belser meint, daß der stärkere Säuregehalt der Bohnen vielleicht das Sterilisieren erleichtert oder nachträglich wachstumshemmend wirkt. Karotten scheinen ihm eine entwicklungshemmende Substanz zu ent-40 halten. Kneubühler (1), der meist mit *Bac. mesentericus niger* arbeitete, zeigt auch, daß die Resistenz von dem Nährboden abhängt. Von 13 Gemüsenährböden erhöhten nur Dekokte von Spargeln und Bohnenblättern die Resistenz von *Bac. mesentericus niger*. Das Asparagin ist an dieser Eigenschaft des Spargels nicht schuld; auf Heuinfus mit seiner ursprüng-45 lichen Reaktion war die Resistenz größer als auf neutralisiertem. Salzsäure und Milchsäure zeigten keinen Einfluß auf die Resistenz. Auf Kohlenhydratnährböden (Kleister, Oblaten, Sago) stieg die Resistenz mit dem Stickstoffgehalt. Bei stickstofffreiem Kohlenhydrat war sie gering, ebenso auf konzentrierten Glycogen-Nährböden; auf verdünntem Glycogen 50 war sie größer. Auf Inulinnährboden war die Resistenz normal. Auf Bohnenblätter- und Spargeldekokt stieg die Resistenz bedeutend bei dreimonatlicher Aufbewahrung, was mit den Resultaten anderer Forscher, wie C. von Wahl, in Widerspruch steht. Längere Berührung mit salz-

saurem Nährboden verringert die Resistenz, Sauerstoff steigert sie. Absoluter Alkohol, Chloroform und Aether erhöhen bei 10—60 Minuten dauernder Einwirkung die Resistenz, längere Einwirkung von absolutem Alkohol verringert die Resistenz sehr schnell, 70- und 50-proz. Alkohol sind ohne Einfluß. Daß die Alkoholeinwirkung je nach der Bakterien- 5 form verschieden ist, zeigen Versuche mit *Bac. anthracis.*

Die schon erwähnte Erscheinung, daß dieselben Gemüse bei gleicher Arbeitsweise in manchen Jahren schwieriger zu sterilisieren sind, wird mit einer wechselnden Zusammensetzung der Gemüse oder des Wassers oder mit dem in gewissen Jahren reichlicheren Vorkommen besonders 10 resistenter Bakterien in Zusammenhang gebracht. C. von Wahl glaubt, daß auch die wechselnde Resistenz der Bakterien hier eine Rolle spiele. Hierher gehört auch eine von Duckwall (1) gegebene Zusammenstellung, wonach Erbsen aus verschiedenen Staaten von Amerika verschiedene Sterilisiertemperaturen erfordern. In Canada und den Nordstaaten ge- 15 nügen 240° F, die 40 Minuten für dicke und mittlere, 35 Minuten für zarte Erbsen anzuwenden sind, in den mittleren Staaten müssen 250° F während derselben Sterilisierzeiten wirken. Duckwall führt als Gründe hierfür die Verschiedenheit der Resistenz der im Wasser und in dem Konservenmaterial enthaltenen Bakterien an, wobei auf die abnehmende 20 Resistenz der im Laboratorium gezüchteten Bakterien und die größere Resistenz älterer eingeschrumpfter Bakterien hingewiesen wird.

Welche Bedeutung die verschiedenen Fehlerquellen der Fabriksterilisation für die Entstehung verdorbener Konserven haben, werden weitere Untersuchungen lehren. Jedenfalls sind auch für die Gemüse- 25 konserven die für Fleischkonserven zunächst bestimmten Ratschläge Pfuhl's (s. S. 435) empfehlenswert, wonach der Fabrikant unter Zuhilfenahme von Testobjekten in Gestalt hochresistenter Bakteriensporen die Zuverlässigkeit seiner Arbeitsverfahren prüfen muß, um sich vor empfindlichem Schaden zu bewahren. 30

§ 116. Chemische Veränderungen, welche die Gemüsekonserven beim Verderben erleiden.

Die chemischen Veränderungen, welche in verdorbenen Konserven durch Bakterien hervorgerufen werden, sind in verschiedener Richtung untersucht worden. 35

Die beim Verderben eintretenden Veränderungen in der Zusammensetzung der Konserven haben Haselhoff und Bredemann (1) in der Weise studiert, daß sie eine Portion fertiger Konserven (Schnittbohnen, Spargel, Kasseler Strünkchen) vom Lager einer Fabrik entnahmen, diese zum Teil durch Einimpfen von Bakterien, die sie aus verdorbenen Kon- 40 serven in Reinkultur gewonnen hatten, zum Verderben brachten und endlich die nichtgeimpften unverdorbenen und die geimpften verdorbenen vergleichend untersuchten. Die genannten Forscher heben selbst hervor, daß nach den Versuchsergebnissen das eingemachte Material nicht ganz gleichartig war, weil es nicht für diesen Zweck eigens konserviert war, 45 und hoffen diesen Versuch mit gleichartigerem Material wiederholen zu können.

Von verschiedenen Forschern ist festgestellt worden, daß in den verdorbenen Konserven durch die Bakterien Säuren gebildet werden, und Haselhoff und Bredemann sprechen diese Säurebildung geradezu 50

als ein Merkmal der stattgehabten Zersetzung der Konserven an. Deshalb seien aus Haselhoff und Bredemann's quantitativen Versuchen die bezüglichen Zahlen hier mitgeteilt. Die Konserven waren mit *Bac. clostridioides* geimpft worden. Die mitgeteilten Zahlen sind auf Trocken-
5 substanz berechnet:

			Geimpft	Ungeimpft
Spargel	Gesamtsäure,	als Milchsäure berechnet	13,846 Proz.	0
	Flüchtige Säure,	„ Essigsäure „	0,205 „	0
Schnittbohnen	Gesamtsäure,	„ Milchsäure „	5,865 „	0
	Flüchtige Säure,	„ Essigsäure „	0,476 „	0

Belser (1) fand in 10 ccm verdorbener Bohnen- und Erbsenkonservenflüssigkeit Säure entsprechend bis 8,7 ccm Zehntelnormal-Natronlauge, in unverdorbener bis 1,3 ccm.

Rudolph (1) identifizierte die gebildeten Säuren und fand haupt-
10 sächlich Milchsäure, in Erbsenbrühe angeblich kleine Mengen Essigsäure, in Bohnenbrühe Spuren von Ameisensäure. Andererseits ist C. von Wahl (1) oft Buttersäuregeruch und außerdem Säureneutralisation durch Alkalibildung in verdorbenen Konserven aufgefallen.

Die Zusammensetzung der Bombagegase hat eingehend Belser unter-
15 sucht. Er fand auffallend viel Stickstoff und kein Methan. Der Sauerstoff und ein Teil des Stickstoffs dürften der miteingeschlossenen Luft entstammen. Ein anderer Teil des Stickstoffs sowie Kohlensäure und Wasserstoff sind Produkte der Bakterientätigkeit, die einen Teil des Luftsauerstoffs verbraucht. Nachfolgende Tabelle gibt eine Uebersicht
20 über seine Befunde:

Prozentische Zusammensetzung der Bombage-Gase in verdorbenen Gemüsekonserven.

Inhalt der Büchse		Kohlensäure	Sauerstoff	Wasserstoff	Stickstoff
Bohnen, stark	bombiert	38,1	0,4	21,5	40,0
Erbsen, wenig	„	69,8	—	—	30,2
Erbsen, stark	„	81,8	0,1	—	18,1
Bohnen, wenig	„	36,0	0,5	11,4	52,1
Erbsen u. Karotten, stark	„	72,6	0,7	—	27,7
Erbsen, schwach	„	70,8	0,8	—	28,4
„ sehr stark	„	21,3	0,3	60,3	18,1
„ kräftig	„	68,6	—	21,2	10,2
„ mäßig	„	87,4	—	—	12,6
„ sehr stark	„	77,8	0,2	—	22,0
Bohnen, mäßig	„	32,5	0,7	20,0	46,8
Karotten, wenig	„	17,2	6,7	56,0	20,1
Bohnen, sehr wenig	„	34,4	0,5	5,0	60,1
„ schwach	„	21,7	0,5	5,3	72,5
Gemischte Gemüse, wenig	„	15,2	—	60,4	24,4
Spinat, schwach	„	12,8	0,8	45,1	41,3

Bei der Zersetzung der Konserven, deren Produkte soeben besprochen wurden, werden nach Haselhoff und Bredemann hauptsächlich Fett, Stärke und Rohrzucker umgewandelt, weniger die Stickstoffverbindungen; bemerkenswert ist die Zunahme an Ammoniak- und Albumosenstickstoff.
25 Die weitere Frage, ob die verdorbenen Gemüsekonserven durch die Bakterientätigkeit g e s u n d h e i t s s c h ä d l i c h werden, schließt an die eben besprochenen chemischen Umsetzungen an.

Zunächst können die in verderbenden Gemüsekonserven fast immer sich bildenden Säuren durch Auflösung giftiger Metalle, besonders Blei aus dem Lot, gesundheitschädlich wirken, worauf K. B. LEHMANN (1) schon hinwies. RUDOLPH (1) zeigte dann direkt, daß verdorbene Gemüsekonserven erheblich mehr Blei enthalten, als normale. Er schmolz auch sterilisierte Gemüsebrühe mit Weißblechstücken in Glasröhren ein, impfte einige Versuche mit *Bac. acidi lactici*, setzte auch zu einigen künstliche Milchsäure in Mengen, wie sie in den verdorbenen Erbsenbrühen zu finden ist. In den infizierten Erbsenbrühen fand er dann etwa doppelt so viel Zinn wie in den sterilen oder in den mit Milchsäure versetzten. Allgemein gültige Schlüsse will er freilich daraus nicht ziehen.

Die Frage der Giftigkeit verdorbener Gemüsekonserven ist andererseits in den Vordergrund gerückt worden durch einen in der Alice-Kochschule in Darmstadt vorgekommenen traurigen Fall. In der Anstalt selbst waren dort Bohnen konserviert worden, die zur Salatbereitung benutzt wurden. Von 52 Personen, die solchen Salat aßen, erkrankten dann 21 unter schweren Vergiftungserscheinungen und 11 starben. Aeußerlich zeigten die Bohnen keine stärkere Zersetzung, nur ungewöhnlichen Geruch. In Resten der Bohnenkonserve wies dann LANDMANN (1) ein Toxin und den sporenbildenden *Bac. botulinus* VAN ERMENGEM nach, der schon öfter zu Fleischvergiftungen (s. Bd. III, S. 118) Veranlassung gab. GAFFKY (1), dem zwei leere und eine noch geschlossene Büchse mit den erwähnten Bohnenkonserven übergeben worden waren, fand auch ein buttersäurebildendes, anaerobiotisches Bakterium, das mit *Bac. botulinus* einige Aehnlichkeit hatte und kräftige Toxine bildete.

Die Konservenzeitung, Jahrgang 1904, glaubt auch, daß es sich bei dem in Rede stehenden Fall um eine Vergiftung durch Bakterientoxine handele, daß aber nicht der *Bac. botulinus* sondern *Bac. (Proteus) mirabilis* und *Bac. (Proteus) vulgaris* (s. Bd. III, S. 89) als die Schuldigen in Frage kämen.

BELSER fand auch den angeblichen Nachweis von *Bac. botulinus* in der Darmstädter Bohnenkonserve sehr überraschend, weil diese Form gegen Säure sehr empfindlich sei. Er machte deshalb einige Versuche mit einem allerdings nicht toxisch wirkenden Stamm von *Bac. botulinus*, der von KRÁL bezogen worden war, und fand, daß dieser in Erbsenbrühe und Glucosebouillon unter Bildung von Gas und Buttersäuregeruch wuchs, aber nicht in Bohnenbrühe. Dagegen bildete *Bac. (Proteus) vulgaris* in Glucosebouillon, Erbsen- und Bohnenbrühe viel Gas und Toxine. Auch HASELHOFF und BREDEMANN kritisieren LANDMANN's Angabe über den Nachweis von *Bac. botulinus* in der Darmstädter Konserve und betonen, daß nur ein Zusammentreffen besonders günstiger Verhältnisse die Entwickelung dieser Bakterienform in der erwähnten Bohnenkonserve verständlich erscheinen läßt. Wenn, wie BELSER beobachtete, so verbreitete Bakterien wie *Bac. (Proteus) vulgaris* in Gemüsebrühe Toxine erzeugen, ist aber jedenfalls mit der Möglichkeit einer toxischen Vergiftung durch verdorbene Gemüsekonserven zu rechnen, wenn auch solche bisher wohl kaum beobachtet worden sind und auch sowohl BELSER's wie RUDOLPH's Tierversuche in dieser Hinsicht resultatlos verliefen.

Zur Sicherheit ist daher, wie auch BELSER vorschlägt, zu empfehlen, die Gemüsekonserven nur nach vorherigem Aufkochen zu genießen, weil jedenfalls ein großer Teil der Bakterientoxine durch Aufkochen zerstört wird.

Literatur

zum Kapitel Die Haltbarmachung von Gemüse durch Erhitzen.

*Aderhold, R., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899. Bd. 5. S. 17. *Andés, (1) Konservierung der Nahrungs- u. Genußmittel. Chem.-techn. Bibl., Bd. 208. Wien 1894. *Belser, (1) Dissert., Zürich 1905; Arch. f. Hyg., 1905. Bd. 54. S. 107. *Bischoff und Wintgen, (1) Z. f. Hyg., 1900. Bd. 34. S. 496. *Brandau, G., (1) Kalender f. d. Konservenindustrie. Braunschweig 1905, S. 144. *Casali, A., (1) Staz. sper. agr. ital., 1901, Bd. 34. S. 105. *Christen, (1) Dissert., Bern 1895; Mitt. a. Kliniken d. Schweiz, 1895, 3. Reihe. Heft 12. *Cnyrim, (1) Konservierung der Nahrungsmittel. Weimar 1879. *Duckwall, (1) Konservenztg., 1904. Nr. 15. *Gärtner, G., (1) Das große Buch der Einmachekunst. Berlin 1900. *Gaffky, (1) Darmstädter tägl. Anzeiger v. 9. Febr. 1904. *Goethe, (1) Sauters Ann., Bd. 15. S. 88. *Harding und Nicholson, (1) New York Agr. Exp. Station. Geneva New York. 1905. *Haselhoff, E., und Bredemann, G., (1) Landw. Jahrbücher. 1906. Bd. 35. S. 415. *Hausner, A., (1) Fabrikation der Konserven. Chem.-techn. Bibl., Bd. 23. Wien 1899. *Heinzerling, Ch., (1) Die Konservierung der Nahrungs- u. Genußmittel. 1884. S. 283. *Hermann, (1) Praktisches Handbuch der industriellen Obst- und Gemüseverwertung. Berlin 1891. *Heydenreich, (1) Z. f. wiss. Mikroskopie. 1887. Bd. 4. S. 1. *Kneubühler, (1) Dissert., Zürich 1906. *Koch, R., Gaffky und Loeffler, (1) Mitt. a. d. Kais. Ges.-Amt, 1881, Bd. 1. S. 322. *König, J., (1) Chemie der menschl. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl., Berlin 1903. *Koller, T., (1) Konservierung d. Nahrungsmittel. Stuttgart 1900. *Kroemer, (1) In: Bericht der kgl. Lehranstalt Geisenheim pro 1903. S. 114. *Krüger, E., (1) Chem.-Ztg., 1906, S. 1043. *Landmann, G., (1) Hyg. Rundsch., 1904. Bd. 14. S. 449. *Lehmann, K. B., (1) Methoden der praktischen Hygiene. 2. Aufl., S. 445. *Mierziński, St., (1) Konservierung der Tier- u. Pflanzenstoffe. Berlin 1878. *Müller-Thurgau, (1) Bericht der schweiz. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- u. Gartenbau in Wädenswil für 1903/4; Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1905. *Pfuhl, E., (1) Z. f. Hyg., 1900. Bd. 34. S. 465. — (2) Ebenda. 1905, Bd. 50. S. 317. *Pfuhl, E., und Wintgen, M., (1) Z. f. Hyg., 1905. Bd. 52, S. 145. *Rössing, (1) Zeitschrift f. analyt. Chemie. 1900. Bd. 39. S. 147. *Rudolph, G., (1) Dissert., Zürich 1907. *Tschirch, Alexander, (1) Das Kupfer vom Standpunkte der gerichtl. Chemie. Toxikologie und Hygiene. Mit besonderer Berücksichtigung der Reverdissage der Konserven und der Kupferung des Weins u. der Kartoffeln. Stuttgart 1893. *Urbain, O., (1) La conservation des substances alimentaires. 1892. In: Encyclopédie chim. publ. par E. Fremy, Bd. 90. *Wahl, Carl von, (1) In: Bericht der Großh. badischen landw. Versuchsanstalt Augustenberg für 1902, S. 33; für 1903. S. 35—36. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1906. Bd. 16, S. 489. — (3) Konservenztg., 1903. Nr. 11. *Wintgen, M., (1) Z. f. Unters. der Nahrungs- u. Genußmittel. 1905. Bd. 10. S. 757.

Sechster Abschnitt.

Mykologie der Zuckerfabrikation und des Bäckereiwesens.

Von Dr. LAFAR.

(Manuskript-Abschluß: Ende 1907.)

24. Kapitel.

Mykologie der Zuckerfabrikation.

§ 117. Die Gasbildung im Diffuseur.

Das Studium der Gasbildung im Diffuseur der Rübenzucker-Fabriken darf nicht achtlos an jener, freilich außerhalb des Aufgabenbereiches des vorliegenden Handbuches zu suchenden Quelle vorbeigehen, die durch die Atmung der Rübe selbst gespeist wird. Es war H. BODENBENDER (2), welcher im Jahre 1873 die Beobachtung des regelmäßigen Vorkommens von Kohlensäure in der sogen. Binnenluft der Zellen der Rübe machte, und A. HEINTZ (1) erklärte jene bald darauf als Produkt der Atmung, die im wesentlichen auf Kosten des Zuckers sich abspiele und also während des Aufbewahrens der Rübe in den Mieten (s. S. 338) sich als Hauptquelle des Zuckerverlustes geltend mache. Genauere Mitteilungen und Versuchsergebnisse sowohl über die normale (Sauerstoff-) als auch über die sogen. intramolekulare Atmung (s. Bd. I. S. 313 u. 324) der Zuckerrübe findet man in STROHMER's (4) Abhandlung, welche auch eine Zusammenstellung der einschlägigen Literatur bietet; und in betreff der bei diesen Vorgängen beteiligten Enzyme der Rübe sei auf die Veröffentlichungen von STOKLASA, JELÍNEK und VÍTEK (1 u. 2) verwiesen. Die Menge an Kohlensäure, welche von der Atmung der Rübenzellen herstammt und also im Diffuseur dann aus den Schnitzeln austritt und über diesen im Dome jenes Apparates sich ansammeln wird, ist noch nicht genau bestimmt, auch nicht auf ihre Abhängigkeit vom Reifezustand der Rübe, von der Dauer und den Verhältnissen der Einmietung und anderen Einflüssen eingehend geprüft: NEITZEL (1) erhielt in einem ziemlich rohen Versuche aus 200 g Schnitzeln 12.3 ccm Gas, welches

aus 12.2 Proz. Kohlensäure, 1.6 Proz. Sauerstoff und 86.2 Proz. Stickstoff bestand.

Weil jene Atmungskohlensäure eine sozusagen normale, quantitativ aber innerhalb enger Grenzen bleibende und jedem Zuckertechniker bekannte Ausscheidung der Rüben und Schnitzel ist, meint man auch nicht sie, wenn man von abnormaler Gasbildung im Diffuseur redet, sondern eine viel reichlichere Entwicklung von Gas, welches überdies und zum Unterschied von jener Binnenluft nicht gleich nach der Beschickung des Diffuseures sondern erst in einem späteren Zeitpunkte der Entzuckerung, also technisch gesprochen, in einem späteren Diffuseure auftritt. Diese andere Gasbildung unterscheidet sich zudem meist auch noch dadurch, daß sie brennbare Gase hervorbringt. In manchem Falle scheint jedoch Kohlensäure allein vorhanden zu sein, so z. B. in dem von der Zuckerfabrik Sokolorka (1) berichteten, in welchem sie 98 Proz. des entbundenen Gases ausmachte. Angaben über die **Zusammensetzung** des **Gasgemisches**, welches sich bei der abnormalen Gasbildung im Diffuseur ansammelt, liegen nur wenige vor. Die durch C. Fischman (1) im Jahre 1871 gemachten beschränken sich auf die Bestimmung der Kohlensäure, welche bis 60 Proz. jenes Gasgemisches ausmachte, das aus dem zweiten Diffuseur, der also fast noch frische Schnitzel enthielt, abgezogen wurde, während die Gasproben aus den späteren Diffuseuren (mit stärker entzuckerten Schnitzeln) fortschreitend ärmer an jenem Bestandteil befunden wurden. L. Chevron (1) fing zu drei verschiedenen Zeiten das aus einem Diffuseur abblasende Gas auf, und zwar nach 20 bezw. 50 und 60 Minuten nach der Beschickung mit frischen Schnitzeln, und befand es im ersten Falle bloß aus Kohlensäure (28,3 Proz.) und Stickstoff (71,7 Proz.) zusammengesetzt, im zweiten und ähnlich auch im dritten Falle aber enthielt es 39,0 Proz. Wasserstoff, 35,8 Proz. Kohlensäure, 1,0 Proz. Sauerstoff und 24,2 Proz. Stickstoff. Eingehendere und genauere Beobachtungen sind erst im Jahre 1895 durch E. Neitzel (1) angestellt worden. Sie ergaben zunächst, daß 50° C als die günstigste Temperatur und 76° C als die obere Grenze anzusehen ist, bei der noch Bildung von Wasserstoff bemerkbar wird, so daß also der Gehalt an diesem letzteren Gase um so geringer ausfällt, je älter der Diffuseur ist, von dem die Probe stammt, also z. B. in einem Falle in der vom zweiten (50° C) Diffuseur 49,6 Proz., in der vom dritten (70° C) Diffuseur 30,0 Proz., in der vom vierten (75° C) Diffuseur 7,8 Proz., in der vom fünften (76° C) Diffuseur 1,4 Proz. und in denen vom sechsten (77° C), siebenten (72° C) und achten (65° C) nichts mehr. Beachtenswert ist auch die weitere Feststellung, daß Wasserstoff und Sauerstoff in keiner der vielen Proben gemeinsam vorhanden waren, sondern bloß der eine oder der andere, so daß also, biologisch gesprochen, die Wasserstoffbildung unter anaeroben Bedingungen sich abspielte. Der Kohlensäure-Gehalt der Proben in obiger Beobachtungsreihe betrug entsprechend 29,0 Proz., 50,8 Proz., 46,0 Proz., 46,3 Proz., 45,6 Proz., 28,3 Proz., 24,3 Proz., während der auf 100 noch fehlende Rest auf Stickstoff und in den drei letzten Fällen auch noch auf Sauerstoff (1,2 Proz., 4,1 Proz., 7,7 Proz.) zu rechnen ist.

Daß man es hier mit einer echten **Gärung** zu tun habe, ist schon im Jahre 1873 durch C. Scheibler (5 u. 8) auf Grund seiner Beobachtungen über das Schleimigwerden des sich selbst überlassenen Rübensaftes betont worden, einer Erscheinung, die einerseits durch Bildung von Mannit, Milchsäure, Gärungsgummi (s. S. 462) usw. und andererseits durch Entwicklung von Gas gekennzeichnet ist, welches zu

Beginn seines Auftretens einen Höchstgehalt (14—15 Proz.) von Wasserstoff neben Kohlensäure aufweist, weiterhin an jenem immer ärmer wird und am Schlusse aus letzterer Säure allein besteht. Millot und Maquenne (1) schieden im Jahre 1880 aus dem Safte aus einem Diffuseur, in welchem ein explodierbares, wasserstoffhaltiges Gas sich entwickelt hatte, mittelst Destillation mit Schwefelsäure sowohl Essigsäure als auch Buttersäure ab und deuteten den Vorgang der Gasbildung dahin, daß zunächst und unter vollständiger Heranziehung des im Inhalt des Diffuseurs vorhandenen Luftsauerstoffes durch eine Gärung die Essigsäure und hierauf erst durch eine andere Art von Gärung die Buttersäure entstanden sei, bei deren Bildung, wie damals (s. S. 121) schon bekannt war, auch Kohlensäure und Wasserstoff entbunden werden. Die beiläufig noch erwähnte Möglichkeit, daß dieses letztgenannte Gas auch durch Einwirkung der Essigsäure auf das metallische Eisen des Diffuseurs entstehen könne, griff dann Chevron (1) im Jahre 1883 um so lieber auf, als nach seiner Meinung die hohe Temperatur im Diffuseur mit dem Auftreten einer Gärung nicht verträglich sei, und er erklärte die Gasbildung als rein chemische Wirkung des unter normalen Verhältnissen sauer reagierenden Rübensaftes auf die Eisenteile der Diffuseure; er blieb aber mit seiner Ansicht allein. Schon ein Jahr darauf deutete Dehérain (1) die Entstehung brennbaren Gases im Diffuseur als Ergebnis einer in diesem sich abspielenden Buttersäuregärung, deren Erreger mit den den Rüben anhaftenden Erdteilchen, in denen sie regelmäßig vorhanden sind, eingeschleppt werden, womit auch die schon durch Millot und Maquenne hervorgehobene und durch Fr. Dewald (1) bestätigte Tatsache erklärt war, daß diese Bildung explodierbaren Gases immer dann sich auffällig bemerkbar mache, wenn gefrorene Rüben verarbeitet werden, die sich ja nicht so sauber waschen und von anhaftender Erde befreien lassen. Neitzel (1) stellte sich dann im Jahre 1895 ganz auf den Boden der biologischen Erklärungsweise und widerlegte auch Chevron's Meinung, jedoch hielt er für die Quelle der Infektion nur das keimreiche Betriebswasser, das mit niedriger Temperatur zuerst an die schon fast ganz erschöpften Schnitzel gelange und erst bei seinem Weiterschreiten dann, in der mittleren Stufe der Diffusion, nach und nach erhitzt werde; denn auch er wußte noch nichts von der hohen Widerstandskraft mancher Bakteriensporen gegen Hitze und erklärte es geradezu für „unwahrscheinlich, daß Wasserstoff erzeugende Bakterien, nachdem sie im mittleren Kreis der Diffusion höherer Temperatur unterliegen und getötet (worden) sind, zuletzt, wo die Temperatur infolge der Kälte des Druckwassers erniedrigt wird, wieder lebensfähig werden". Gewiß kann auch das Betriebswasser, wenn es in biologischer Hinsicht schlecht ist, als Träger von gasbildenden Bakterien wirken. Dubois (1) hat über einen ganz besonders schlimmen Fall dieser Art berichtet, in welchem das zum Teil unmittelbar aus einem Brunnen und zum Teil auf dem Umweg durch den Condensator (des Verdampfkörpers) herangezogene Betriebswasser für die Diffusion sich sowohl in letzterem Apparat als auch in dem Vorwärmer angeblich mit Buttersäure-Bakterien infizierte, die an den Innenseiten dieser Apparate üppig wucherten, so zwar daß das Wasser, das mit einer Ammoniakalkalität von 0,10 in den Condensator eingetreten war, ihn, dank der Buttersäuregärung, mit einer Acidität von 0,15 verließ. Eine Begünstigung der Entwicklung der Buttersäurebakterien ist, wie Verbiese (1) bemerkt, auch in jenem Falle gegeben, in welchem die mit der Bestimmung zur Wiederverwendung

in eigenen Absatzbehältern angesammelten Abwässer mit Kalk versetzt und dadurch schwach alkalisch und kalkhaltig werden.

Daß es nicht chemische Umsetzungen sondern Gärungsvorgänge sind. welche zur Bildung brennbaren Gases im Diffuseur führen, geht übrigens, 5 wenn es eines weiteren Beweises überhaupt noch bedarf, auch aus der Erfahrung hervor, daß man imstande ist, jene Störungserscheinungen durch Zusatz von Pilzgiften zu den Schnitzeln zu bekämpfen und zu verhüten; wir werden auf S. 460 auf diese Hilfsmittel zurückkommen.

Der **Keimgehalt** der Säfte in der Diffusionsbatterie ist zuerst durch 10 M. Orth (1) im Jahre 1899 einer quantitativen Analyse unterworfen worden; er zählte mittelst des Plattenverfahrens im Kubikcentimeter bis zu 200000 Keimen, die auf Nährgelatine zu wachsen vermögen. Noch weit höher befand ein Jahr darauf O. Laxa (2) den Keimgehalt des Diffusionssaftes zweier Fabriken, und zwar gleichfalls mit Hilfe des ge- 15 wöhnlichen Plattenverfahrens; vorwiegend waren sporenbildende Arten vertreten, darunter auch *Clostridium gelatinosum* (s. § 119). Umfassender griff dann wieder ein Jahr später A. Schöne (1) die Aufgabe an; er ermittelte durch das Plattenverfahren unter Anwendung von Rübensaft-Gelatine und Rübensaft-Agar den Keimgehalt zweier Proben von frischen 20 Schnitzeln zu 860 und 4200 in einem Gramm und fand die meisten Keime in dem die erschöpften Schnitzel enthaltenden letzten Diffuseur vor, welcher mit frischem Wasser beschickt wird, die geringste Keimzahl aber in den mittleren Diffuseuren. Claassen (4) zweifelte aber die Zuverlässigkeit von Schöne's Arbeitsverfahren an und vermutete, daß 25 dieser in seinen Befunden und Schlüssen dadurch irregeleitet worden sei, daß er die Saftproben an dem Lufthahn des oberen Diffuseur-Deckels gezogen habe, unter welch letzterem sich Schaum ansammle, der weit niedrigere Temperatur habe als die Flüssigkeit unter ihm. Dieser Zweifel ist nun nicht mehr berechtigt gegenüber Schöne's (3) neuen 30 Untersuchungen, durch welche dargetan wurde, daß im Diffuseur selbst bei 75° C noch Bakterienwachstum stattfindet. Zu einem von Schöne's ersten Befunden abweichenden Ergebnisse ist S. Raschkowitsch (1) im Jahre 1903 gelangt, der unter Verwendung von Zucker-Agar den höchsten Keimgehalt (2,9 Mill.) in dem nach dem Meßgefäß übertretenden, gerade 35 von den frisch eingefüllten Schnitzeln kommenden Rohsafte vorfand und von da an, rasch sinkend, immer weniger, bis zu 100 Keimen in dem Safte des ersten, fast vollständig erschöpfte Schnitzel enthaltenden Diffuseurs. Durch den Nachweis des Vorkommens lebender Bakterien in jedem einzelnen (auch dem heißest gehaltenen) Elemente der Diffusions- 40 batterie ist auch die Meinung widerlegt, die durch Gonnermann (1) und andere Forscher geäußert worden ist, dahingehend, daß Organismentätigkeit nur im ersten (kühlsten) Diffuseur sich geltend machen könne, und nicht auch in den folgenden, in denen die höhere Temperatur solche Möglichkeit ausschließe.

45 Die Untersuchungsverfahren, deren sich die genannten Forscher zur Ermittlung der Keimzahl des Inhaltes der Diffuseure bedient haben, leiden an dem großen Mangel, daß sie luftscheue Organismen nur schwer oder überhaupt gar nicht auffinden lassen, und auf diese kommt es bei Beurteilung der in Rede stehenden Erscheinung der Bildung brennbarer 50 Gase doch in erster Linie an. Das hat auch Schöne übersehen, als er hervorhob, daß er in seinen Untersuchungen bisher keinen Organismus aufgefunden habe, welcher Buttersäuregärung durchzuführen vermag. Bloß durch Saillard (2) ist aus solcher Quelle angeblich ein Buttersäure-

bakterium abgeschieden worden, das erst durch ein zehn Minuten andauerndes Halten bei 95° C abgetötet wird und den Zucker unter Bildung von Buttersäure, Butylalkohol und Wasserstoff vergärt, also wohl in den Verwandtenkreis der Gattung *Granulobacter* (s. Bd. V, S. 262) gehört. Zukünftige Forschung wird also, ungeachtet der darin liegenden Erschwerung der Untersuchung, den Buttersäurebakterien erst nachgehen müssen. Ja sie wird sogar gut tun, ihren Aufgabenkreis noch weiter auszudehnen und noch nach jenen Organismen zu fahnden, nach denen bis heute gar niemand auch nur gefragt hat: das sind die Erreger von Pektingärung. An Material für diese Umsetzung fehlt es in der Rübe wahrlich nicht, die Erreger selbst sind in der Erde sehr reichlich vorhanden, und deren Gärprodukte (s. Bd. III, S. 279) sind, soweit man sie bisher kennt, qualitativ die gleichen wie diejenigen vieler Buttersäurebakterien, nämlich Wasserstoff, Kohlensäure, Buttersäure und Essigsäure. Schöne (1) fand in den rohen Schnitzeln und in den Diffuseuren mehrere Arten von wärmeliebenden und zuckerliebenden Stäbchenbakterien (als *Bact. A, B, C, D* bezeichnet), welche die Saccharose stark zersetzen und Wasserstoff, Kohlensäure, Alkohol, Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure, Bernsteinsäure, Schwefelwasserstoff und Indol bilden. Ueber das schon durch Laxa (2) und Schöne (1) bemerkte, meist vereinzelte Vorkommen wärmeliebender Hefen im Diffuseur liegen eingehendere Untersuchungen (s. S. 476) noch nicht vor; der aus Rübensaft abgeschiedene und durch A. Artari (1) genauer untersuchte *Saccharomyces Zopfii* ist auf S. 178 des Vierten Bandes beschrieben.

Das weitere Studium der Flora in den Diffuseuren wird vielleicht auch neues Licht auf jene Frage werfen, die, wie keine andere, die Zuckertechniker und Zuckerchemiker nun schon solange immer wieder beschäftigt, nämlich die sogen. unbestimmbaren Verluste an Zucker bei der Diffusion, eine Angelegenheit, die freilich, bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse, in dem Rahmen des vorliegenden Handbuches bloß ganz einseitig gestreift werden darf. Denn die Frage, ob im Verlaufe der Diffusion eine verlustbringende Zersetzung von Saccharose eintrete, hat auch eine rein chemische und eine enzymologische Seite und ist in jeder Hinsicht darum schwer zur Entscheidung zu bringen, weil, wie schon J. Weisberg (1) betont hat, die analytischen Hilfsmittel für diese Aufgabe nicht genug scharf und zuverlässig sind. Claassen (4) hat die durch J. Schnell (1) dann bestätigte Beobachtung gemacht, daß Verluste in der Diffusion inbesonders dann zu bemerken sind, wenn unreife Rübe verarbeitet werden muß, und daß sie in solchem Falle auch nicht durch Zusatz von Pilzgiften zu den Schnitzeln im Diffuseur sich verhüten lassen; welch letztere Beobachtung, nebenbei bemerkt, auf das Spiel von Enzymen (der Rübe) hindeuten würde, deren Wirken ja, wie bekannt (s. Bd. I, S. 273), durch Giftzusätze weniger leicht beeinträchtigt wird. Mügge (1) stimmt ihm darin zu und ist geneigt, in erster Linie die dextranbildenden Mikroben für die Entstehung der unbestimmbaren Verluste verantwortlich zu machen. Und auch E. Neide (1) nimmt auf Grund eigener Versuche diesen Standpunkt ein; er erwähnt auch eine von Scharffenberg gemachte Beobachtung, daß beim Brühverfahren (s. § 120) sofort Verluste sich einstellen, wenn die Temperatur im Brühtrog unter 80° C hinabsinkt. Und auch C. Brendel (1) macht Mikroorganismen für die durch ihn beobachteten Verluste (von 0,4—0,5 Proz.) verantwortlich. Claassen (5) hingegen erachtet die Temperatur in den Diffuseuren für zu hoch, als daß es zu so bedeutenden Zuckerverlusten durch Mikroben-

tätigkeit kommen könne. M. Gonnermann (1) bestreitet auf Grund seiner Versuche, daß unter normalen Bedingungen in der Diffusion überhaupt Zuckerverluste eintreten, sei es durch Mikroorganismen oder aber durch Enzyme, wie die Rüben-Invertase oder die Tyrosinase; diese wie jene fänden entweder nicht Zeit genug, um merklich zu wirken, oder würden durch die hohe Temperatur lahmgelegt. Herzfeld (8), Münz (1) und Strohmer und Salich (1) schlossen sich diesem Standpunkte an. Auf die mit diesem Problem im Zusammenhang stehende Frage der Bewegung der Nichtzuckerstoffe im Verlaufe der Diffusion kann hier nicht näher eingegangen werden; man vergleiche darüber Andrlík (6).

Der **Zusatz** von **Pilzgiften** zu den Schnitzeln zwecks Verhütung von Zersetzungen durch Bakterien während der Diffusion ist schon oft empfohlen worden. Wie auch auf anderen Gebieten der Antisepsis (s. Bd. I, S. 541), so wurde auch hier zuerst die *Karbolsäure* in Anwendung gebracht, und zwar im Jahre 1871 durch C. Fischman (1), welcher durch eine Gabe von 4 g auf einen Meterzentner Rübenschnitzel im Diffuseur nicht bloß die bis dahin so lebhafte Gasbildung zu bändigen vermochte, sondern auch eine bessere, von Zähigkeit freie Füllmasse gewann. Ueber ähnliche günstige Erfahrungen mit diesem Pilzgifte, und sogar, trotz Verwendung angefaulter Rüben, nur mit einer halb so großen Gabe, jedoch ebenfalls dem Saft im Vorwärmer zugesetzt, konnte 6 Jahre darauf die Zuckerfabrik in Sokolorka (1) berichten. Die *Flußsäure* ist zuerst im Jahre 1899 durch F. Verbiese (1) empfohlen worden, nachdem sie kurz zuvor durch Effront mit gutem Erfolg in die Brennerei (s. Bd. V, S. 300) eingeführt worden war; man solle auf den Hektoliter Diffusionssaft 2—6 g verwenden, die dann später, bei der Scheidung mit Kalk, als unlösliches Fluorid wieder ausgeschieden werden. Um der Besorgnis vor einer Invertierung der Saccharose der Schnitzel durch jene Mineralsäure gerecht zu werden und einen Ersatz für die später auch durch Neitzel (1) und M. Orth (1) als nutzlos erklärte Karbolsäure zu bieten, schlug Saillard (1) das *Fluorammonium* vor. Eine durch A. J. Heerma van Voss (1) durch Versuche im kleinen unternommene Vergleichung der Tauglichkeit dieses Hilfsmittels zur Niederhaltung invertierender Bakterien mit derjenigen des *Fluoraluminiums* fiel zu ungunsten dieses letzteren aus und führte zur Empfehlung des ersteren, das man, in der Menge von 10—15 g auf den Hektoliter Diffusionssaft, zusammen mit den eben eingefüllten frischen Schnitzeln in den Diffuseur einwerfen solle. Dubois (1) will die Gasbildung durch Zufügen geringer Mengen von *Kaliumpermanganat* zum Diffusionswasser (s. S. 457) erfolgreich bekämpft haben. Saillard (2) erreichte das gleiche Ziel in zwei Fabriken durch Zusatz von einem bis anderthalb Liter einer Lösung von *Natriumbisulfit* (von 34° Bé) oder Calciumbisulfit (von 11° Bé) auf 1000 kg Rüben in den viertletzten Diffuseur. Das *Calciumbisulfit* ist durch L. Lachaux (1) und der *Flußspat* wunderlicherweise durch Abraham (1) empfohlen worden. Mit *Salzsäure* will Knauer (1) guten Erfolg erzielt haben. Doblai (1) empfahl in seinem französischen Patente die *Hypochlorite*, insbesondere das des Calciums, in der Menge von 10—100 g auf den Meterzentner Schnitzel. Auch die Anwendung des *Formaldehydes* ist unter Patentschutz gestellt worden, und zwar durch O. Friedrich (1), welcher, je nach der Beschaffenheit der Rübe, 2.5—5.0 g auf 100 kg Schnitzel entweder dem Diffusionswasser oder den Rohsäften oder den Schnitzeln im Diffuseur selbst zuzusetzen vorschreibt und dadurch nicht nur die Hint-

anhaltung von Gärung in diesem letzteren sondern auch die Gewinnung hellerer Säfte, eine bessere Kristallbildung beim Verkochen und eine größere Ausbeute an ausgeschleudertem Erstprodukt in Aussicht stellt. Schulz (1) hatte bei der versuchsweisen Verwendung dieses Aldehyds wohl einen geringeren Kalkverbrauch bei der ersten Saturation, sonst aber keinen Vorteil, insbesondere keine Steigerung des Reinheitsquotienten der Säfte, bemerken können. Und auch Fr. Strohmer (6) kam auf Grund praktischer Versuche im großen zu einem ähnlichen Urteil. M. Gonnermann (1) jedoch bemerkt, daß die mit Formaldehyd arbeitenden Fabriken mit dessen Wirkung zufrieden seien. Auf eine besondere Art der Arbeitsweise mit Pilzgiften in der Diffusion hat T. von Lewicki (2) sich ein Patent geben lassen.

Die Verfärbung der Rübenschnitzel und Rübensäfte, also deren Braunwerden, bei Luftzutritt unter dem Einflusse des als Tyrosinase bezeichneten oxydierenden Enzymes der Rübe ist schon auf S. 670 des Ersten Bandes besprochen worden; man vergleiche dazu noch Krutwig (1) und Grafe (1).

Ueber die Mykologie der Abwässer der Rübenzucker-Fabriken und deren Reinigung auf biologischem Wege findet man ausführliche Angaben in § 108 des 15. Kapitels des Dritten Bandes. Den dort auf S. 411 abgebildeten *Leptomitus lacteus* hat E. Neitzel (1) einmal in solchen Mengen auftreten sehen, daß durch sie die Saugleitungen der Wasserpumpen verstopft wurden. Die auf S. 195 desselben Bandes beschriebene *Crenothrix polyspora* hat A. Stift (3) im Luftpumpenwasser einer Rübenzucker-Fabrik vorgefunden. Ein anderes Eisenbakterium, nämlich eine *Cladothrix*-Art, hat O. Laxa (2) in einem Sirup-Muster nachgewiesen.

Die Haltbarmachung der ausgesüßten Schnitzel und der Rübenblätter durch Einsäuern, also deren Verarbeitung auf Sauerfutter, ist in § 88 des 19. Kapitels des vorliegenden Bandes beschrieben worden. Ueber Melassen-Futtermittel vergleiche man S. 371.

Von den Zersetzungen, welche die in Mieten eingelagerten Zuckerrüben durch Pilztätigkeit erleiden können, handelt der § 95 des 20. Kapitels dieses Bandes. Die sogen. Rübenmüdigkeit des Bodens wird auf S. 447 des Dritten Bandes besprochen. Bemerkungen über die Selbsterwärmung aufgehäufter Rübensamen hat schon die S. 613 des Ersten Bandes gebracht.

§ 118. Die Zooglöenbildung und die Schleimbildung durch kokkenförmige Spaltpilze in der Rübenzuckerfabrik.

Schon zu jener Zeit, als die Rübenzuckerfabriken noch nach dem Preßverfahren arbeiteten und also die Rüben zu feinem Brei zerrieben und aus diesem letzteren dann durch Pressen den Zellsaft abschieden, traten im Verlaufe dieser Behandlung sowohl im Preßsaft selbst als auch an den Pressen und Preßtüchern, auf den Saftsieben usw. ab und zu schleimige, an sich farblose, aber durch Rübenfarbstoff oberflächlich bläuliche bis schwarze, durchscheinende, nußgroße bis handgroße, lappige, an ihrer Oberfläche warzige Massen auf, die aus Klümpchen zusammengesetzt waren und in Hinblick auf die äußere Aehnlichkeit von den Zuckertechnikern in Deutschland kurzweg Froschlaich, in Frankreich gomme de sucrerie benannt wurden. Es war C. Scheibler (4), welcher

im Jahre 1869 zuerst die Aufmerksamkeit der Praktiker auf diese Störungserscheinung lenkte, welche, wenn sie sehr heftig auftrat, den Betrieb vorübergehend lahmlegen konnte. Im Jahre 1874 berichtete derselbe Forscher (6) dann über seine, später durch A. BUNGE (1) und 5 E. BAUER (1) bestätigten, eingehenden chemischen Untersuchungen an dieser Schleimmasse (s. Bd. I, S. 230), welche erfahrungsgemäß hauptsächlich bei der Verarbeitung unreifer Rüben und also zu Beginn der Campagne auftrat, was dann auch durch E. FELTZ (1) bestätigt wurde. Durch Kochen mit Kalkmilch konnte SCHEIBLER aus dieser Gallerte ein 10 gummiähnliches Spaltprodukt abscheiden, das er als Anhydrid der Dextrose erkannte, danach auch Dextran (s. Bd. I, S. 230 u. 232) nannte und für wesensgleich mit dem (alsbald zu betrachtenden) Gärungsgummi erklärte. W. BRÄUTIGAM (1) hält auch den durch seinen *Micrococcus gelatinogenus* gebildeten Schleim (s. Bd. I, S. 664) für Dextran. Weil 15 SCHEIBLER den sogen. Froschlaich auch als stickstoffhaltig befunden hatte, wie auch aus anderen Gründen, schloß er, daß diese Schleimmassen nichts anderes als Plasma der Rübenzellen seien. Die mögliche Deutung dieser Gebilde als Erzeugnis der Tätigkeit von Mikroorganismen wurde von ihm wohl abgewiesen, jedoch nicht verkannt; im Gegenteil, er ist ja der 20 erste, welcher diese Massen auch unter dem Mikroskop geprüft und als mit Hefen und Bakterien äußerlich besetzt befunden hatte, welch letztere er (7) ein Jahr darauf als zu *Zoogloea termo* gehörig erachtete. SCHEIBLER (5) ist es auch, welcher ein Jahr zuvor eine andere Zersetzung, nämlich das auf seinen Chemismus schon früher durch J. KIRCHER (1) und A. BÉCHAMP (1) 25 und später durch K. ANDRLÍK (1) untersuchte Schleimigwerden des Rübensaftes beim Stehenlassen, als echte (Mannit-)Gärung und Bakterienwirkung (s. S. 456) erkannt hatte, die auf Kosten der Saccharose auch zur Bildung eines anderen Schleimstoffes führt, den er Gärungsgummi nannte, und mit dem die Viscose BÉCHAMP's (1) wahrschein- 30 lich wesensgleich ist. Von dem Gärungsgummi wie auch von der erstbezeichneten Gallerte (der gomme de sucrerie der Franzosen) wohl zu unterscheiden ist eine dritte schleimige Substanz, nämlich der durch FREMY (1) aus Zuckerrüben dargestellte, zuerst Cellulosesäure, später Metapektinsäure benannte Bestandteil der Mittellamelle (s. Bd. III, S. 269 35 u. 271) vieler Pflanzen, welche durch C. SCHEIBLER (3 u. 9) im Jahre 1868 genauer untersucht, mit dem zuvor erwähnten Gärungsgummi und dem durch A. BRÜNING (1) studierten schleimigen Produkt einer Milchsäuregärung (s. S. 201) chemisch verglichen und dann als Rübengummi oder Arabinsäure neu bezeichnet wurde, die jedoch nach neueren Unter- 40 suchungen von VOTOČEK und SEBOR (1) keine einheitliche Substanz ist.

Gegen SCHEIBLER's Deutung des sogen. Froschlaiches der Zuckerfabriken als ausgetretenes Plasma der Rübenzellen führte im Jahre 1874 schon P. JUBERT (1) die neue Beobachtung ins Treffen, daß dieser Schleim die Fähigkeit zeigte, in Rübensaft, in Füllmasse und auch in reiner 45 Zuckerlösung rasch zu wachsen, und daß ihm diese Fähigkeit durch halbstündiges Erhitzen bei 90° C wie auch durch Zusatz von Karbolsäure genommen werden könne, so daß also nicht daran zu zweifeln sei, daß man es hier mit einem selbständigen Lebewesen (einem „pflanzlichen Fermente") zu tun habe, dessen Entwicklung sich auf Kosten des Zuckers 50 abspiele. T. MENDÈS (2) trat bald darauf dieser, auf makroskopischer Beobachtung fußenden Deutung bei und festigte sie durch Angaben über das mikroskopische Bild des Wachsens der Gallerte. Er erkannte, daß im Innern eines jeden der einzelnen kleinsten Teilklümpchen, aus denen

diese warzenähnlichen Schleimmassen zusammengesetzt sind, zwei bis sechs winzige kuglige Körnchen, zu Paaren verbunden, enthalten sind, welche unter günstigen Umständen auf dem Wege eines (heute als Spaltung bezeichneten) Teilungsvorganges sich vermehren, wodurch kettenähnliche Verbände dieser neu gebildeten Zellen zustandekommen. Daß 5 diese letzteren als Sporen angesprochen werden, das wird man dem französischen Zuckerchemiker um so weniger zu rügen brauchen, als ja dieser Begriff damals selbst bei Bakteriologen von Fach noch nicht so scharf wie heutzutage gefaßt war. Auch in Hinsicht auf die Einreihung dieses nun so entdeckten Schleimbildners in das botanische System hat 10 MENDÈS den ersten Schritt getan, auf dem ihm dann PH. VAN TIEGHEM gefolgt ist: er erklärt, daß er geneigt sei, jenem Organismus den Platz unter den *Nostoc*-Arten oder unter den Myxomyceten anzuweisen.

Daß JUBERT's Beweisführung angreifbare Schwächen hatte, das wird in Hinblick auf die Mangelhaftigkeit der bakteriologischen Untersuchungs- 15 verfahren zu jener Zeit nicht überraschen können. SCHEIBLER (7) nahm sie auch alsbald wahr und beharrte nun um so fester auf seinem alten Standpunkte: jene Schleimmassen seien „ein Gemisch aus Zellen-Protoplasma (der Rüben) in der Hauptmasse mit anhaftenden Bakterien in mehr oder weniger großen Mengen". Und dieser Auffassung war 20 SCHEIBLER (12) auch noch im Jahre 1878 treu geblieben, trotzdem sein bisheriger Anhänger FELTZ (2) inzwischen die Richtigkeit von JUBERT's Beobachtung bestätigt hatte. Auch BORSCHTSCHOFF (1) beging, ebenso wie SCHEIBLER, den Fehler, in seiner im Jahre 1876 erschienenen Abhandlung das Gute an den Feststellungen JUBERT's und MENDÈS' zu ver- 25 kennen; er glaubte auf Grund seiner Versuche dem in Rede stehenden Schleimgebilde ebensowohl die Eigenschaft als Rübenzellplasma im Sinne SCHEIBLER's als auch diejenige als Bakterienwucherung im Sinne JUBERT's und MENDÈS' absprechen zu müssen und meinte, daß es als ein Pektinstoff anzusehen sei, der aus der Rübe sich abgeschieden hatte. Und 30 auch die Abhandlungen DURIN's (1 u. 2) aus dem Jahre 1876 haben, wie schon PH. VAN TIEGHEM unter ausführlicher Begründung mit Recht betonte, in die Entwicklung dieser Frage keinen Fortschritt sondern Verwirrung gebracht; denn in ihnen wirft ihr Verfasser, der seines Vorgängers MENDÈS mit keinem Worte erwähnt, jene beiden Erscheinungen, 35 die schon durch SCHEIBLER so scharf gesondert worden waren, wieder zusammen, nämlich das Auftreten des sogen. Froschlaiches einerseits und das mit Gasbildung verbundene Schleimigwerden des Rübensaftes beim Stehenlassen anderseits, und läßt jene Gallerte durch ein angeblich diastaseartiges Enzym aus dem Rohrzucker entstehen, welcher dadurch 40 in je ein Molekül Dextrose und Cellulose zerlegt werde, auf welche neue Art der Herstellung angeblicher Cellulose ihr Erfinder sich sogar ein Patent geben ließ.

L. CIENKOWSKI (2) überprüfte im Jahre 1878 die Angaben JUBERT's und MENDÈS', bestätigte sie und reihte den Erreger der in Rede stehenden, 45 als wahre Zooglöenbildung (s. Bd. I, S. 51) erkannten Schleimbildung in das botanische System ein, und zwar in die zuerst durch BILLROTH und hierauf durch F. COHN aufgestellte Bakterien-Gattung *Ascococcus* (s. Bd. I, S. 138) unter dem neuen Artnamen *A. mesenteroides*, welcher auf das an ein Mesenterium (Gekröse) erinnernde äußere Ansehen dieser Zooglöen 50 anspielt. Bei einem Anhänger der zu jener Zeit sehr verbreiteten Lehre vom Pleomorphismus der Bakterien (s. Bd. I, S. 42), wie CIENKOWSKI (1) einer war, wird es nicht wunderlich sein, von jenem *Ascococcus* zu hören,

daß dessen Zellen in den mannigfaltigsten Wuchsgestalten auftreten können. Im Gegensatz zu DURIN's Angabe befand der russische Forscher die Zooglöen, bezw. deren Gallerte, als unlöslich in Kupferoxyd-Ammoniak, das nur eine schwache Blaufärbung bewirkte. Und auch die Reaktion auf Cellulose mit Jod und Schwefelsäure trat nicht ein.

Ebensowohl dieser letztbezeichnete Widerspruch zwischen den Befunden der einzelnen Forscher über das Verhalten des Schleimes gegen Reagentien, wie auch andere, hier nicht weiter zu erwähnende Unterschiede, konnten auf die Möglichkeit hinweisen, daß man es vielleicht mit mehr als einer Art von Erregern von sogen. Froschlaichbildung zu tun habe. Die Prüfung dieser Frage aber setzte Reinzüchtungsverfahren voraus. An solchen fehlte es jedoch zu jener Zeit. Aus diesem Grunde konnte auch PH. VAN TIEGHEM (1) im Jahre 1878 keine wesentliche Erweiterung unserer Kenntnisse erzielen. Er bestimmte den Durchmesser der kugeligen Zellen in den durch ihn studierten Schleimproben zu 0,8—1,2 μ ohne die Schleimhülle, die Dicke dieser letzteren aber zu 6—20 μ. Er berichtete weiter über die Beobachtung, daß in den Ketten, zu denen vereint die Zellen in den Schleimmassen zu sehen sind, unter ungünstigen äußeren Verhältnissen einzelne Glieder an Größe bedeutend zunähmen (s. *9* in *Fig. 31*) und zu Mutterzellen würden, welche je eine Endospore bilden, die das Innere der Mutterzelle ganz ausfülle und bei eingetretenem Wandel der Lebensbedingungen dann auf die Weise auskeime, daß die äußere Membran aufreiße. Diese seitdem durch niemanden wieder beobachtete Art der Sporenbildung erinnerte ihn an den ähnlichen Vorgang bei der (grünen) Algengattung *Nostoc* und veranlaßte ihn zum Verzicht auf die von CIENKOWSKI gewählte Bezeichnung und zur Aufstellung der neuen Gattung *Leuconostoc*, deren Name daran erinnert, daß man es hier mit einem chlorophyllfreien („weißen") Organismus zu tun habe, der ähnlich wie *Nostoc* fruktifiziere und keime. Unter diesem neuen Namen *Leuconostoc mesenteroides* ging nun der Erreger der Froschlaichbildung der Zuckerfabriken während der folgenden zwölf Jahre durch die Literatur hindurch.

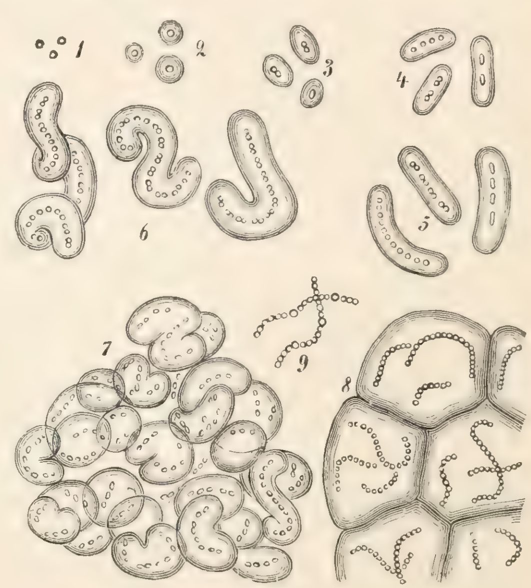


Fig. 31. *Leuconostoc mesenteroides* VAN TIEGHEM. *1—8*, verschiedene Entwicklungszustände der Zooglöen-Bildung. *9*, zwei Kokkenketten mit je zwei größeren Gliedern (angebl. Sporen). — Vergr. ca. 500. Nach PH. VAN TIEGHEM.

LIESENBERG und ZOPF (1) waren die ersten, welche, und zwar im Jahre 1892, über Untersuchungen berichteten, die an Reinzuchten des nun (mit geringer Abänderung der Schreibweise des Artnamens) als *Leuconostoc mesenterioides* bezeichneten Schleimbildners vorgenommen worden

waren. Deren Gewinnung war wegen der Fremdkeime, welche der Oberfläche der mit Hilfe des Plattenverfahrens zu zerlegenden Schleimproben aufsaßen, zunächst etwas schwierig; durch Halten dieser letzteren bei 75° C durch eine Viertelstunde gelang es jedoch, jene störenden Begleiter abzutöten, während hingegen die durch ihre Gallerthüllen geschützten Zellen des *Leuconostoc* bei dieser Vorbehandlung am Leben blieben und auf der als Nährboden verwendeten alkalischen, saccharosehaltigen Nährgelatine dann zu reinen Kolonien sich entwickelten, welche zu Anfang elastisch-knorpelige, an Sagokörner erinnernde Klümpchen sind, später aber erweichen und schließlich breiig werden. Die weißlichen, mächtig anwachsenden Strichzuchten sowohl auf jenem Nährboden als auch auf gekochten Scheiben von Zuckerrüben oder Mohrrüben sind aus glasartig-glänzenden Gallertklümpchen aufgebaut und zeigen gekröseähnlich gefurchte Oberfläche. Unter dem Mikroskope (s. *c—e* in *Fig. 32*) sieht man die ausschließlich kugeligen, 0,8—1,0 μ dicken Zellen meist zu Paaren, also in der Wuchsgestalt des Diplokokkus, vereint, die untereinander durch ihre dicken, an den Berührungsstellen mit einander verklebten Schleimhüllen zusammengehalten werden. Neu ist die weitere Feststellung, daß diese Vergallertung der Zellhaut nur dann eintritt, wenn im Nährboden Dextrose oder Saccharose vorhanden ist, welch letztere durch den Pilz invertiert wird. Bei Mangel dieser Zuckerarten entwickelt er sich zu Ketten hüllenloser Kokken, also als Streptokokkus (s. *a—b* in *Fig. 32*). Die Hüllenbildung ist demnach keine ständige Eigenschaft und kann, wie schon auf S. 53 und S. 139 des Ersten Bandes bemerkt worden ist, nicht als Gattungsmerkmal gelten, sondern ist als eine durch die besondere Art der Ernährung hervorgerufene Erscheinung zu erklären, für welche A. Maassen (1) die neue Bezeichnung „teratologische Wuchsform“ vorgeschlagen hat. Man wird somit die Gattung *Leuconostoc* aufgeben und den in Rede stehenden Spaltpilz fürderhin *Streptococcus mesenterioides* nennen müssen. Die Schleimhülle ist löslich in Chlorzinkjod, in konzentrierter Schwefelsäure, in starker Kali- oder Natronlauge und in Barytwasser. Jod-Jodkalium oder Jodschwefelsäure bringt keinerlei merkliche Veränderung hervor. Eine

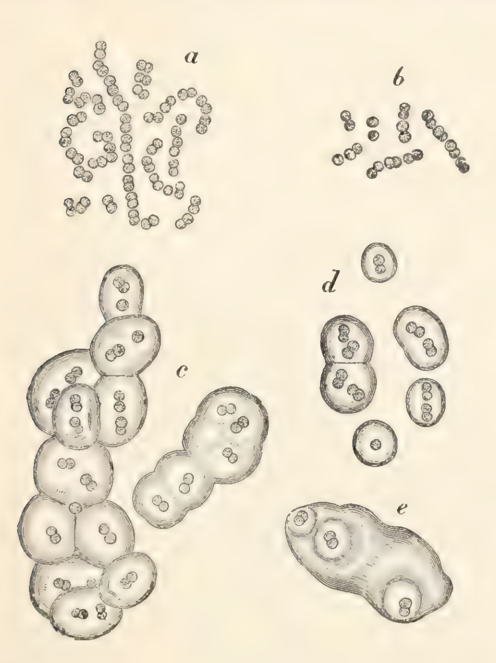


Fig. 32.
Leuconostoc mesenterioides Liesenberg et Zopf.
a, *b*, Zellverbände der hüllenlosen Varietät von einer Zucht auf Kartoffeln. *c—e*, Zellen mit Gallerthülle zu verschiedenen Zeiten ihrer Entwicklung; die Schraffierung will nur die Körperlichkeit der Klümpchen veranschaulichen. — Vergr. ca. 1200. Nach Liesenberg und Zopf.

schöne Doppelfärbung kann man dadurch erzielen, daß man das Deckglaspräparat zuerst mit Dahlia-Violett behandelt, für welches nur die Kokken selbst empfänglich sind, und hierauf in eine wässerige Lösung von Rosolsäure einlegt, welche von der Schleimhülle aufgenommen 5 wird, so daß diese dann als rosenroter Hof die gebläuten Zellen umgibt. Derlei Farbpräparate lassen manchmal eine schalige Schichtung der Schleimhülle erkennen. Durch sanftes Drücken auf das Deckglas kann man die Zellen aus deren Schleimhülle herausquetschen. Der Schleim besteht, wie schon SCHEIBLER festgestellt und P. DAEUMICHEN (1) bestätigt 10 hatte, nur zum Teile aus Dextran, welches wahrscheinlich bloß als abgesprengtes Spaltprodukt gelten kann, das im Schleime möglicherweise in einem Mucinkörper (vergl. S. 201) gebunden ist. Dank dieser Schleimhülle, die als vortrefflicher Schutzmantel dient, vermochte der *Streptococcus mesenterioides*, wenn er in LIESENBERG's und ZOPF's Versuchen auf 15 Glimmerblättchen angetrocknet worden war, der Einwirkung trockener Hitze von 100° C durch mehr als fünf Minuten zu trotzen; die hüllenlose Varietät hingegen erlag schon einer Temperatur von 75° C. Der Widerstand gegen feuchte Wärme (Wasserdampf, Erhitzen in Flüssig- 20 keiten) ist jedoch geringer: die Einwirkung von 88° C durch fünf Minuten tötete die behüllte Varietät, während 86–87° C noch ertragen wurden; die hüllenlose Varietät hingegen erwies sich auch da als empfindlicher. Wie schon zuvor bemerkt worden ist, tritt die Verschleimung der Membran und also die Hüllenbildung (s. Bd. I, S. 348) nur bei Verfügbarkeit von Dextrose ein, welcher Forderung mittelbar auch durch 25 Saccharose entsprochen wird, weil ja der Pilz Invertase zu bilden und durch sie also Dextrose aus dem Rohrzucker abzuspalten vermag. Hingegen sind für jene Zwecke Mannit, Glycerin, Maltose, Lactose und Dextrin nicht geeignet, wenngleich sie assimiliert werden können. Die letztgenannten drei Kohlenhydrate werden unter schwacher Gasentwick- 30 lung und Bildung von etwas Milchsäure vergoren, und zwar lebhafter bei Ausschluß von Sauerstoff. Der Spaltpilz bildet, soweit die genannten zwei Forscher dies prüfen konnten, weder ein diastatisches, noch ein peptisches (Gelatine verflüssigendes) oder ein celluloselösendes Enzym. Sowohl die Gärung als auch die Hüllenbildung wird durch einen Zusatz 35 von Natriumnitrat, Karnallit, Natriumchlorid oder Calciumchlorid zum Nährboden auffallend gefördert; von den Chloriden wirkt eine Gabe von 1—3 Proz. am besten, aber selbst eine solche von 5 Proz. noch durchaus nicht störend. Die günstigste Temperatur für die Entwicklung dieses Schädlings liegt bei 30—35° C, die niederste bei 11—14° C und 40 die höchste bei 40—43° C. In eingetrockneter Gallerte (Froschlaich) erhält sich der Pilz durch vierthalb Jahre entwicklungsfähig. A. SCHÖNE (2) hat ihn später auch studiert und hat bemerkt, daß er in Milch nicht gedeiht. Durch diesen Spaltpilz waren vielleicht auch jene, als Dextran bezeichneten Schleimmassen zustande gekommen, welche K. 45 ANDRLÍK (2) in einem eingedickten, gallertigen Osmosewasser vorgefunden und chemisch genauer untersucht hat. In einer Raffinerie-Melasse hat ihn zuerst F. STROHMER (2) bemerkt.

Die eben beschriebene Art war durch volle zehn Jahre (bis 1901) der einzige in Reinzucht studierte Erreger von Schleimbildung in 50 den Zuckerfabriken, dessen Zellen ausschließlich in Kokkengestalt auftreten; alle übrigen in dieser Zwischenzeit aufgefundenen und im nächsten Paragraphen zu besprechenden gleich befähigten Arten zeigen die Wuchsgestalt des Stäbchens. Bevor wir jedoch an diese letzteren herantreten,

seien jene neuen Schleimbildner betrachtet, deren Zellen ausschließlich in der Wuchsgestalt des Kokkus auftreten; es sind dies je zwei durch A. Schöne und durch E. Zettnow in die Literatur eingeführte Arten, denen dann durch M. Gonnermann eine sechste angereiht worden ist.

Als schleimbildenden *Coccus I* hat A. Schöne (1 u. 2) in den Jahren 5 1901 und 1904 eine aus dem Safte einer Rübenzuckerfabrik abgeschiedene Spaltpilzart beschrieben, welche, ähnlich wie die nächste Art aus gleicher Herkunft, dem *Leuconostoc* zwar in mancher Hinsicht nahe kommt, aber doch auch einige auffällige Abweichungen von diesem erkennen läßt. Deren kuglige Zellen haben 0,7 μ im Durchmesser und sind oft zu Ketten 10 vereint, die bis zu 12 Glieder aufweisen. Sie bildet in Rübensaft keine Gallerte, trübt ihn auch nicht, säuert ihn aber und bildet einen weißen Bodensatz. Auch auf Rübenscheiben und auf Kartoffeln, wie auch auf Fleischsaft-Gelatine und Agar tritt nur eine geringe Entwicklung, niemals Gallertbildung, ein, welch letztere aber auf Rüben- 15 saft-Gelatine und auf Rübensaft-Agar zustandekommt. Von dessen Stoffwechselprodukten sind bisher bekannt: Essigsäure, wenig Milchsäure, Bernsteinsäure, Schwefelwasserstoff und ein (nicht näher geprüftes) Gas.

Der schleimbildende *Coccus II* ähnelt der eben beschriebenen Art sehr stark, unterscheidet sich aber von ihr durch die Fähigkeit, die 20 Milch bei 22—42° C zuerst schleimig und dann fest zu machen; das Casein wird angeblich dabei nicht abgebaut, und bei 50° C bleibt jene Zersetzung und das Wachstum aus. Die Zellen messen 0,7—0,8 μ und sind in den Zuchten auf Zucker-Agar zu Diplokokken verbunden, die ab und zu eine Schleimhülle zu bilden scheinen. Rübensaft wird durch 25 diese Art trüb und dickflüssig. Von Stoffwechselprodukten wurden Essigsäure, Rechts-Milchsäure und ein (nicht weiter geprüftes) Gas nachgewiesen.

Die durch E. Zettnow (2) im Jahre 1907 aus Schleimproben der Zuckerfabriken zu Alleringersleben und zu Opalanitza abgeschiedenen 30 zwei Arten haben die Namen *Streptococcus Aller* und *Strept. Opalanitza* erhalten. Sie ähneln einander in den meisten Merkmalen so stark, daß man sie als zwei Varietäten einer einzigen Art ansehen könnte, wenn nicht das Ergebnis der vergleichenden Prüfung mittelst des Agglutinationsphänomens (s. Bd. III, S. 116) doch für deren Verschiedenheit spräche. Vom 35 *Strept. mesenterioides* hingegen weichen sie so beträchtlich ab, daß man sie, wenn schon nicht als zwei neue Arten, so doch zumindest als zwei Varietäten einer zweiten, neuen Art gelten lassen muß. Denn erstens wirkt Chlorcalcium auf sie nicht nur nicht günstig, sondern sogar schädlich ein, und zwar in Hinsicht sowohl auf die Hüllenbildung als 40 auch auf die Vermehrungsgeschwindigkeit. Zweitens tritt die Verschleimung der Zellhaut in dextrosehaltigem Nährboden nicht ein, wohl aber in saccharosehaltigem. Drittens ist die Entwicklung auf Kartoffeln, selbst nach Alkalisierung der Oberfläche, noch viel kärglicher als bei jener ersten Art. Viertens ist die Empfindlichkeit gegen Wärme, wie 45 auch gegen das Eintrocknen, eine weit größere; denn im hüllenlosen Zustand sterben sie schon bei 65° C binnen 15 Minuten ab, so daß also eine Vorreinigung der zu zerlegenden Schleimprobe auf dem Wege des Erhitzens nicht tunlich war. Fünftens entwickeln sich Ueberimpfungen in peptonfreien (aber Asparagin enthaltenden) Nährlösungen nicht. Der 50 Durchmesser der Zellen beträgt 1,0 μ, derjenige der Schleimhülle des einzelnen Kokkus 5—6 μ. Letztere löst sich in Chlorzinkjodlösung, wie auch in jodhaltiger, mit der gleichen Raummenge Wasser verdünnter

Schwefelsäure sofort auf. In älteren Zuchten in Bouillon findet man größere Kokken, die als Involutionsformen aufzufassen sind. Sporen werden nicht erzeugt. Milchsäure und auch etwas Gas wird gebildet. Ein (auf Lackmus eingestellter) Alkalitätsgrad des Nährbodens von 5 0,5—1,0 g kristallisierter Soda auf den Liter ist für die Entwicklung am besten; von einem solchen von 2,0 g an beginnt sie auszubleiben.

Myxococcus Betae hat M. GONNERMANN (3) im Jahre 1907 eine Streptokokkus-Art genannt, die er aus Schleimbildungen in den Pressen der Rostocker Zuckerfabrik abgeschieden hatte, in denen sie zusammen 10 mit einer auf S. 473 zu betrachtenden, ähnlich benannten Stäbchenart auftrat. Jene Schleimbildungen bestanden aus sagoähnlichen, 2—5 mm großen, durchscheinenden oder ganz durchsichtigen Klümpchen, deren Aussehen demjenigen der Gallerten des *Leuconostoc* vollkommen gleich kam. Sie schlossen häufig mikroskopisch kleine, scharf begrenzte, rund- 15 liche, mit dünnerer nicht färbbarer Gallerte erfüllte, meist Kokkenketten enthaltende Hohlräume ein, welche vielleicht jenen Gebilden an die Seite zu stellen sind, die H. MÜLLER-THURGAU (1) in Obstweinen aufgefunden und unter dem Namen Bakterienblasen (Bacteriocysten) beschrieben hat. Dieser Kokkus wächst auf allen gebräuchlichen Nährböden, ausgenommen 20 Kartoffeln, aber im allgemeinen kümmerlich, und bildet selbst auf Traubenzucker-Agar keine Gallerte, sondern nur kleine, nicht zusammenfließende und geringe Gasentwicklung zeigende Kolonien; hingegen kommt es bei Anwesenheit von Saccharose auf Agar- und auf Gelatine-Nährböden zu üppiger Gallertbildung und starker Gasentwicklung. Nach 25 wiederholten Ueberimpfungen wird die Vermehrung immer schwächer und bleibt schließlich ganz aus. Die Vermutung, daß dieser Kokkus mit der erwähnten Stäbchenart zusammen in einer Art Symbiose (s. Bd. I, S. 503) lebe, hat nicht erwiesen werden können. Einem 10—15 Minuten andauernden Erhitzen auf 70° C erliegt der Kokkus. In älteren Zuchten 30 findet man eckige oder abgeplattete, beträchtlich größere Zellen als Involutionsformen, also Degenerationserscheinungen. Die auf Zucker-Agar (und ähnlichen geeigneten Nährböden) angelegten, im Brutschrank gehaltenen Strichzuchten weisen nach 24—36 Stunden stecknadelkopfgroße glasige Buckel auf, die weiterhin zu trockenen, matten bis durch- 35 scheinenden, hartknorpeligen Klümpchen von 1—3 mm Durchmesser anwachsen.

Der *Leuconostoc dissiliens* darf hier bloß genannt werden; denn er kommt nicht für die Zuckerindustrie in Betracht, sondern ist durch H. F. PITOY (1), welcher ihn bekannt gemacht und beschrieben hat, zur 40 Bereitung eines alkoholfreien, kohlensäurehaltigen Erfrischungsmittels empfohlen worden und ist in mancher Hinsicht der auf S. 255 des Fünften Bandes erwähnten Ingwerbier-Pflanze an die Seite zu stellen.

§ 119. Die Zooglöenbildung und die Schleimbildung durch stäbchenförmige Spaltpilze in der Rübenzuckerfabrik.

45 Das *Bacterium gelatinosum betae*, welches F. GLASER (1) im Jahre 1895 beschrieben hat, war der erste in Reinzucht gewonnene Vertreter der in Stäbchengestalt wachsenden Bildner klumpigen Schleimes in Rübensaft. Es wurde aus der Decke abgeschieden, welche sich auf einem Zuckerrübensaft im Laboratorium entwickelt hatte und in ihrem äußeren 50 Aussehen den Zooglöen des *Leuconostoc* glich. Die Zellen dieser, die

Gelatine rasch verflüssigenden Spaltpilzart zeigen lebhafte Eigenbewegung, bringen in Rübensaft eine schwache Gasentwicklung hervor und überziehen bei 40°—45° C dessen Oberfläche binnen zwölf Stunden mit einer gallertigen Haut. Auch auf Bierwürze tritt Entwicklung, wenn auch langsamer, ein. Hingegen bleibt sie auf neutraler zehnprozentiger Melassen- 5 lösung aus, und zwar darum, weil in letzterer gewisse unentbehrliche Aschenbestandteile fehlen, die aus dem Rübensaft durch die Scheidung ausgefällt worden sind. Die Gallerte zeigte im wesentlichen die gleichen Eigenschaften wie SCHEIBLER's Dextran. Die Saccharose wird durch diese Art kräftig invertiert. Milchsäure bildet sie nicht, wohl aber 10 Alkohol, dessen Anwesenheit aber nur aus der (unverläßlichen) Jodoform-Reaktion erschlossen wurde. Höhere Temperatur hemmt das Wachstum, jedoch vermag selbst ein Erhitzen auf 100° C durch längere Zeit ohne Schaden vertragen zu werden. Die Bildung von Endosporen scheint nicht beobachtet worden zu sein. 15

Das *Bacterium pediculatum*, welches schon ein Jahr vor der letztgenannten Art durch A. KOCH und H. HOSAEUS (1) in einer Schleimbildung beobachtet worden ist, die in einem Sirup für zweites Produkt entstanden war und an diejenige des *Leuconostoc* erinnerte, hat nicht in Reinzucht gewonnen werden können. Dessen besondere, morphologisch 20 interessante Art der einseitigen Hüllenbildung ist schon auf Seite 53 und 54 des Ersten Bandes abgebildet und beschrieben worden.

FR. POUPĚ (1) ist der erste, der eine sporenbildende Stäbchen-Art aus einer Schleimbildung in der Rübenzuckerfabrikation abgeschieden und reingezüchtet hat, welche Wucherung in dem 56° C warmen Dick- 25 saft vor dessen Eintritt ins Vacuum in dem Sammelgefäß in Gestalt einzelner Flocken auftrat, die weiterhin zu einer 2 cm dicken Hautdecke anwuchsen, also nicht in der körnig-klumpigen Ausbildung der Zooglöen des sogen. Froschlaiches. Deren Entwicklung hörte auf, sobald und solange der Dicksaft bei 70—75° C gehalten wurde, und zeigte sich alsbald 30 wieder, wenn die Temperatur sank. Dieser Spaltpilz ist jedoch nicht genug eingehend gekennzeichnet worden; und schon aus diesem Grunde allein ist es zweifelhaft, ob er, wie LAXA annahm, mit der von diesem Forscher aufgefundenen, alsbald zu besprechenden Art auch wirklich wesensgleich ist. POUPĚ's Art ist ein Vertreter aus jener zweiten Gruppe 35 von Spaltpilzen, welche den Nährboden selbst durch Umwandlung eines seiner gelösten Bestandteile in ein schleimiges Spaltprodukt schleimig machen und also als wahre Schleimbildner gelten müssen, und nicht dadurch, daß die Membran der Zellen verschleimt, also Zooglöenbildung eintritt. POUPĚ gibt ausdrücklich an, daß die Stäbchen seines Spalt- 40 pilzes „niemals eine wie immer geartete gallertige Umhüllung“ aufwiesen. Zu dieser zweiten Gruppe der echten Schleimbildner gehört auch der von E. KRAMER (1) aufgefundene *Bacillus viscosus sacchari*, ein 2,5—4 μ langes, 1,0 μ breites, an seinen Polen abgerundetes, oft Ketten bildendes Stäbchen ohne Eigenbewegung und Sporenbildung, das Zuckerrübensaft 45 schon bei gewöhnlicher Temperatur, am besten aber bei 22° C, in ein bis zwei Tagen in eine zähe Masse umwandelt und dabei aus der Saccharose unter Bildung von Kohlensäure und Mannit einen schleimigen Stoff (s. Bd. I, S. 230) erzeugt. Es gedeiht nur in neutralen oder schwach alkalischen Nährböden. 50

O. LAXA (1) hat zuerst im Jahre 1898, bald nach POUPĚ's Mitteilung, über einen thermophilen Bazillus berichtet, den er aus dem Schaum einer in Schaumgärung geratenen Füllmasse für Nachprodukt abgeschieden

hatte. Zwei Jahre danach schlug er (2) für diese neue Art den Namen *Clostridium gelatinosum* vor. Sie tritt in Gestalt von Stäbchen auf, welche 0.8 μ breit und 1,7—3.3 μ bezw. 2,5—3,3 μ lang sind, je nachdem sie aus einer (zwei Tage alten) Zucht auf Glycerin-Agar oder aus
5 einer solchen auf Kartoffeln stammen. Insbesondere in letzterer, wie auch in den in Zuckerlösung herangewachsenen Gallerten, sind sie zu vielgliedrigen, dicht verflochtenen Ketten verbunden. Schwellung (Verschleimung) der Zellhaut konnte niemals beobachtet werden. Eigenbewegung zeigen nur die jungen Zellen. Auf und in Nährböden, wie
10 Kartoffeln, Rüben und peptonhaltiger Nährlösung, tritt schon am zweiten Tage die Bildung von Endosporen ein, welche eiförmig, 0.8—1,6 μ lang und 0.5—0.8 μ breit sind und polar auskeimen; durch trockene Hitze von 150° C während 15 Minuten oder durch feuchte Wärme von 100° C während 75 Minuten werden sie nicht geschädigt, und an Seidenfäden
15 angetrocknet bleiben sie durch mehr als vierthalb Jahre keimfähig. Viertelstündiges Kochen in einer wässerigen Lösung von ca. 4 Proz. Calciumoxyd tötet sie ab. Während der Sporenbildung schwillt in vielen Fällen die Mutterzelle in ihrer Mitte auf eine Breite von 1,3 μ an und nimmt so Citronengestalt an. Die untere Grenze der Temperatur für
20 die Vermehrung liegt nach Laxa's (3) letzter, ergänzender und abändernder Mitteilung unterhalb 20° C, die obere bei 58° C, die günstigste bei 40° C. Die Kolonien auf Glycerin-Agar sind gelblich, zähe, stark runzelig, treiben in höherem Alter wurzelähnliche Ausläufer hervor und erreichen schon binnen einem Tage einen Durchmesser von zwei Centimetern. Die
25 auf Kartoffeln herangezüchteten Zooglöen weisen gekröseähnliche Oberfläche auf, sind bräunlich oder rosafarben und lassen sich schwer von der Unterlage abtrennen, die sie ringsum in gleicher Weise färben. Die Zuchten auf Zuckerrübenschnitten enthalten Gasblasen eingeschlossen. In Milch tritt am fünften Tage Gerinnung ein, und flüchtige Säuren
30 und Geruch nach Limburger Käse sind zu bemerken. Aus Sporen, welche erhitzt worden sind, entwickeln sich zunächst nicht die zähen sternförmigen oder moosähnlichen Kolonien sondern runde, schleimige, die jedoch durch wiederholte (sechs) Ueberimpfung allmählich in jene ersteren übergehen; es liegt also hier ein lehrreiches Beispiel von
35 flüchtiger Variation (s. Bd. IV, S. 156) vor, dessen Beachtung durch den Bakteriologen in der Zuckerfabrik um so notwendiger ist, als die aus dieser zu entnehmenden Saftproben in der Regel solche Erhitzung zuvor durchgemacht haben. Diese Art gedeiht in schwach sauren Nährböden ebenso gut wie in schwach laugigen und wird durch Anwesenheit von
40 Saccharose sehr begünstigt, welch letztere invertiert wird. In Bouillon mit nicht mehr als 40 Proz. Saccharose tritt Gasentwicklung (Kohlensäure) im (klar bleibenden) Innern und Bildung einer starken Haut an der Oberfläche und eines flockigen Absatzes am Grunde ein, auch entsteht etwas Säure, vermutlich Milchsäure. In einem Versuche mit ge-
45 zuckerter Mineralsalz-Nährlösung wurden 0,08 Vol.-Proz. Aethylalkohol, etwas Milchsäure, Spuren flüchtiger organischer Säuren und Kohlensäure als Gärprodukte nachgewiesen. Der erzeugte Schleim lieferte bei der Hydrolyse Fructose. Luftzutritt begünstigt das Wachstum auffällig; in der Zucht in hoher Schicht tritt nur geringe Entwicklung ein. Die
50 Fähigkeit zur Schleimbildung scheint durch wiederholtes Ueberimpfen abzunehmen. Laxa gibt an, daß er, im Gegensatz zu Schöne's (1) und Abraham's (1) ausnahmslos positiven Befunden, in den durch ihn untersuchten Fällen niemals den *Leuconostoc* sondern immer nur sein *Clostri-*

dium als Verursacher der Schleimbildung (in Säften, Sirupen, Füllmassen und Melassen) angetroffen habe, und meint, daß dessen Zooglöen sehr oft für solche des *Leuconostoc* gehalten und ausgegeben worden seien. A. VELICH (1) hat gezeigt, daß das *Clostridium gelatinosum* reichlich in solchen Böden vorkommt, auf denen Zuckerrüben gebaut werden, und 5 daß es ein ständiger Bewohner der Wurzelfasern dieser Gewächse und um so mehr zur Eigenflora der Zuckerrüben zu zählen ist, als dessen Vorkommen sogar in den Rübensamen (Knäueln) nachgewiesen werden konnte. STOKLASA und VÍTEK (1) haben diesen Befund bestätigt und schreiben diesem Spaltpilze eine bedeutsame Rolle bei der (in Hinblick 10 auf die Düngung der Zuckerrüben mit Salpeter auch hier zu erwähnenden) Umwandlung des Nitratstickstoffs in Ammoniakstickstoff und Bakterien-Eiweiß, also der sogen. Salpeterassimilation (s. Bd. III, S. 190 und 462), zu. MARCHAL (1) hat diesen Spaltpilz als den Erreger einer schleimigen Gärung angetroffen, die in einem bei 65° C gehaltenen 40-proz. Safte 15 aufgetreten war. Weitere Beiträge zur Kennzeichnung dieses wichtigen Störungserregers hat A. SCHÖNE (2) geliefert.

Eine schleimbildende Kurzstäbchen-Art, die jedoch häufig auch kugelige Zellen bildet, hat A. SCHÖNE (2) auf frischen Schnitzeln und auch in einem Diffusionssafte vorgefunden. Die Kurzstäbchen-Zellen sind 20 1,0—1,5 μ lang und 0,5—0,6 μ breit und ohne Eigenbewegung. In Rübensaft ruft sie starke Säuerung und Trübung hervor, die nach fünf Tagen unter Bildung eines Absatzes wieder vollständig schwindet. Die Stichzuchten und Strichzuchten auf Rübensaft-Gelatine, Rübensaft-Agar und Rübenscheiben wachsen üppig zu einem schleimigen, stark sauren 25 Belag heran. Die Entwicklung auf Fleischsaft-Gelatine und auf ebensolchem Agar, wie auch auf Saccharose-Agar und auf Kartoffeln und in Bouillon, ist sehr kärglich und auf ersterer sogar kaum sichtbar. Milch war selbst dritthalb Monate nach der Beimpfung noch unverändert. Von Stoffwechselprodukten wurden Essigsäure, Links-Milchsäure, etwas Alkohol 30 und ein (nicht näher geprüftes) Gas festgestellt; Bernsteinsäure war nicht nachweisbar.

In die neue Gattung *Semiclostridium* hat A. MAASSEN (2) im Jahre 1905 vier neue Arten von Schleimbildnern (*S. commune*, *S. citreum*, *S. flavum*, *S. rubrum*) eingereiht, welche in morphologischer Hinsicht unter- 35 einander übereinstimmen, in ihrem physiologischen Verhalten jedoch Abweichungen voneinander aufweisen und auch durch den Ausfall ihrer Prüfung mittelst des Verfahrens der Agglutination (s. Bd. III, S. 116) als verschieden erwiesen sind. Kennzeichnend für diese neue Gattung ist die Art der bei schwacher Sauerstoffspannung, also auch inner- 40 halb fester Nährböden, eintretenden Gestaltsänderung der Mutterzelle während der Bildung der Endospore: Die Schwellung des Stäbchens tritt nicht, wie bei *Clostridium* (s. Bd. I, S. 106), in der Mitte sondern an einem Pole ein, so daß dadurch eine Birnen- oder Rüben-Gestalt zustande kommt; die Spore entsteht aber nicht in dieser 45 Aufweitung sondern in dem anderen, dünneren Ende des Stäbchens, liegt meist etwas schräg, ist ellipsoidisch und meist 1,75 μ lang und 0,8 μ breit. Bei Anwesenheit reichlicher Mengen von Sauerstoff hingegen, also in den Hautbildungen, tritt eine solche Gestaltsänderung gewöhnlich nicht ein, und bei Abwesenheit von Sauerstoff, also z. B. 50 auch in den in Nährlösungen entstandenen Gallertballenhaufen, unterbleibt die Sporenbildung überhaupt. Die Keimung der Sporen verläuft unter günstigen Bedingungen innerhalb 60—90 Minuten; der Keimling

tritt aus der Sporenhaut nahe einem Pole und schräg zur Längsachse der Spore aus, führt noch durch einige Zeit die Sporenhaut als Anhängsel mit sich herum und wächst alsbald zu einem 2,5—12 μ langen und 0,75 μ breiten Stäbchen aus, das dann Geißeln rings um seinen
5 Leib (peritrich) ausbildet und vegetative Vermehrung durch Spaltung eingeht. Bei höherer Temperatur (30°—55° C) kommen so binnen 12—24 Stunden vielgliedrige, Eigenbewegung nicht mehr zeigende Zellverbände zustande, die weiterhin untereinander zu dicht verfilzten Häuten verwachsen. Die Temperaturgrenzen für die vegetative Entwicklung
10 liegen bei 18° und 55° C, mit ca. 45° als günstigstem Wert, diejenigen für die Sporenbildung bei 30° und 55° C. MAASSEN zählt auch viele der bisher insbesondere durch C. FLÜGGE und A. WEBER aus unvollständig sterilierter Milch (s. S. 279) abgeschiedenen sogen. peptonisierenden Milchbakterien (s. S. 152 und Bd. I, S. 116) zu seiner neuen
15 Gattung, deren Vertreter sehr weit verbreitet und oft reichlich vorhanden sind und z. B. in der geprüften Ackererde aus Dahlem bei Berlin ein Fünftel der auf Agar herangewachsenen zehn Millionen Bakterienkolonien (pro Gramm) ausmachten. Den Sporen all dieser Semiclostridien wohnt große Widerstandskraft inne, deren Größe jedoch auch durch die
20 Art des Nährbodens, auf dem jene entstanden sind, mit bestimmt wird. In MAASSEN's Versuchen trotzten sie, wenn sie in Wasser verteilt waren, der Siedehitze des KOCH'schen Dampftopfes durch mehr als zehn Stunden. In einer dreiprozentigen Aetzkalk-Aufschwemmung bei 100° C erhitzt, waren sie erst nach zwei Stunden, in einer fünfprozentigen innerhalb
25 einer Stunde abgestorben. Zwölfprozentige Salzsäure mußte bei Zimmertemperatur durch 30 Minuten, sechsprozentige durch vier Stunden einwirken, um sie abzutöten. Daß sie also auch bei der Behandlung des Zuckersaftes bei der Scheidung und Saturation (s. S. 476) standhalten werden, ist gewiß.

30 *Semiclostridium commune*, das zuerst aus einem Filterpreßschlamm, der Gummibildung zeigte, abgeschieden und später dann als weitverbreitetes Erdbakterium erkannt worden ist, zählt zu den wenig anspruchsvollen Spaltpilzarten; seinen Kohlenstoffbedarf kann es aus Proteinen, Kohlenhydraten, mehrwertigen Alkoholen oder organischen
35 Säuren, seinen Stickstoffbedarf aus Proteinen, Ammoniumsalzen, Nitriten oder Nitraten decken. Es wächst sowohl auf sauren als auch auf stark alkalischen Nährböden und hat am liebsten eine Alkalität von 0,1 Proz. kristallisierter Soda über den Lackmus-Neutralpunkt hinaus. Auf der Nährgelatine wachsen die Kolonien bei der durch jene bedingten niederen
40 Temperatur sehr langsam heran, zeigen jedoch sehr mannigfaltige Gestalten; die an der Oberfläche entstandenen sind meist zarte, flache, mattgraue, blattartige Ausbreitungen mit vielfach einander kreuzenden Fältchen und mit gelapptem oder welligem Rand. Auf Kartoffeln wächst diese Art bei 30° C in der den roten Kartoffelbakterien eigenen Weise,
45 also als ein zunächst stark schleimiger, speckig glänzender, mit vielen rosafarbenen Schleimtröpfchen besäter Belag, der späterhin von seiner Mitte aus trocken, runzelig und braunrot wird. Die auf Rübenscheiben entstehenden Zooglöen sind zunächst schwach rötlich und von Gasbläschen durchsetzt, später aber knorpelig. In Milch wird das Casein
50 zuerst zum Gerinnen gebracht und dann langsam abgebaut. Anwesenheit von Saccharose im Nährboden begünstigt auffällig das Wachstum überhaupt und die Schleimbildung insbesondere; selbst ein Gehalt von 50 Proz. läßt noch eine (allerdings verringerte) Entwicklung zu. Die

in eiweißfreien, saccharosehaltigen Nährlösungen entstehenden Gallertballenhaufen ähneln stark den in Zuckerfabriken auftretenden Schleimbildungen (s. *Fig. 33*). In saccharosehaltigen Nährböden verträgt diese Art einen weit höheren Alkaligehalt (3 Proz. Soda). In manchen Zuchten tritt ohne erkennbare Veranlassung von Anfang an starke Säurebildung ein, durch welche die Schleimbildung beeinträchtigt wird. Neutralsalze (Chloride des Calciums, Magnesiums, Kaliums, Natriums) hingegen begünstigen sie meist nicht, Salpeter (1—2 Proz.) hingegen wirkt in der Regel aneifernd. Und noch in einer anderen Hinsicht unterscheiden sich die Zooglöen der Semiclostridien von jenen des *Leuconostoc*: in ihnen ist die Schleim hülle nicht mit den Zellen in festem Zusammenhang, und sie bietet beim Eintrocknen den letzteren auch nicht viel Schutz, der aber hier durch die Fähigkeit zur Sporenbildung gewährt wird. Auch im Chemismus ist ein Unterschied gegeben: die Schleimmassen liefern bei der Hydrolyse (vergl. S. 474) nicht Dextrose, wie die des *Leuconostoc*, sondern Lävulose (d-Fructose) und enthalten also ein Kohlenhydrat, welches demjenigen ähnelt, welches E. O. von Lippmann (6) aus der schleimigen Ausscheidung einer Abfalllauge vom Steffen'schen Verfahren der Melassen-Entzuckerung abgetrennt und unter dem Namen Lävulan beschrieben hatte. Die Gallerte wird nur aus Saccharose gebildet, nicht aber auch aus Lactose, Raffinose, Galactose, Mannit, Glycerin oder Dextrin, welche jedoch alle unter Säurebildung zersetzt werden. Die Saccharose wird invertiert und unter Kohlensäure-Abspaltung auch anderweitig vergoren, wodurch etwas Aethylalkohol, wie auch Ameisensäure und Essigsäure (1 : 4) und Rechtsmilchsäure entstehen, jedoch nicht auch Propionsäure und Buttersäure. Die Alkalisalze der Ameisensäure, Aepfelsäure, Bernsteinsäure, Citronensäure, Fumarsäure, Glycerinsäure, Milchsäure und Schleimsäure werden in Alkalikarbonat umgewandelt, die der Maleinsäure, Tricarballylsäure und Weinsäure hingegen nicht angegriffen.



Fig. 33. *Semiclostridium commune* Maassen. Gallertballenhaufen aus einer Zucht in zuckerhaltiger Nährlösung. Nat. Größe. Nach Maassen.

Semiclostridium citreum und *Semiclostridium flavum*, die zuerst aus Kuhmist abgeschieden wurden, und *Semiclostridium rubrum*, das in Ackererde aufgefunden wurde, stimmen in morphologischer Hinsicht, wie schon auf S. 471 bemerkt worden ist, mit dem *S. commune* vollständig überein. In ihrem Verhalten auf den einzelnen Nährböden zeigen sie jedoch einige Verschiedenheiten, so zunächst in der schon durch ihren Artnamen angegebenen Farbe ihrer Strichzuchten auf Kartoffeln. Bei *S. rubrum* sind die Kolonien auf der Gelatineplatte zudem durch ihre zarte, blattähnliche Gestalt von derjenigen der drei anderen Arten ausgezeichnet. Auch in ihren chemischen Leistungen findet man keine qualitativen Unterschiede, nur in quantitativer Hinsicht weichen sie etwas von einander ab; so z. B. bilden auf je ein Teil Ameisensäure die erstgenannten zwei Arten zwei Teile Essigsäure, die dritte Art hingegen zehn Teile.

Gegen den *Myxobacillus Betae*, der durch M. Gonnermann (3) im Jahre 1907 in die Literatur eingeführt worden ist, muß man noch stärker als gegen den *Myxococcus Betae*, mit dem zusammen er in der auf S. 468 gekenn-

zeichneten Schleimbildung an den Pressen einer Zuckerfabrik aufgefunden worden ist, den Einwand erheben, daß er seinen Gattungsnamen auf Grund einer physiologischen Eigenschaft, nämlich der (noch dazu nur auf einigen Nährböden zur Geltung kommenden) Fähigkeit zur Bildung von 5 Schleim, erhalten hat, was gegen den auf S. 149 des Ersten Bandes begründeten Standpunkt der botanischen Nomenklatur verstößt. Diese Art tritt in 0,3 μ dicken und 2,3—4,5 μ langen Stäbchen auf, welche oft zu zweien oder mehreren verbunden sind. Kapselbildung, also Verschleimung der Zellhaut, und Eigenbewegung zeigen sie nicht. Die Kolonien auf 10 12-proz. Zucker-Gelatine, welche schon am zweiten Tage verflüssigt wird, ähneln zu Anfang in ihrer verästelten Gestalt denen des *Bac. mycoides*. Auf gezuckerter Bouillon wird ein Häutchen gebildet. Die Strichzucht auf Kartoffeln ist matt, feucht, hellbräunlich und manchmal faltig, diejenige auf Rübenscheiben ist bei 37° C nach 24 Stunden feucht, durch-15 sichtig und knorpelig, erweicht dann weiterhin und wird schließlich zu einer nach einigen Tagen sich bräunenden, mit Gasblasen durchsetzten Flüssigkeit, welche von der Unterlage abfließt. Diese Art bildet weder Invertase noch auch Säuren und vermehrt sich bei 60° C nicht mehr, so daß sie also in der Diffusion nicht schaden kann. Sie bildet bei 20 Zimmertemperatur ovale Endosporen, welche breiter als die Mutterzellen sind und eine Erwärmung auf 75° C durch 15 Minuten zu überdauern vermögen. Die vegetative Vermehrung der Zellen verläuft bei 34°—37° C am besten, tritt aber auch bei Zimmertemperatur noch ein und steht bei 70° C still, welch letztere Temperatur selbst 24 Stunden lang ohne 25 Einbüßung des Vermehrungsvermögens ertragen werden kann. Die Gärwirkung ist gering, am besten noch auf gezuckertem Agar bei 37° C, während sie hingegen auf Rübenscheiben oft ausbleibt.

Als *Plennobacterium* hat Gonnermann (3) eine Spaltpilz-Art beschrieben, welche aus der Luft einer Zuckerfabrik aufgefangen worden 30 ist. Auf rohrzuckerhaltigem Agar entwickelt sich eine dicke, glasig-glänzende Auflagerung. Die vegetativen Zellen sind 2,5—5,0 μ lang, 0,4—0,6 μ breit und zu Ketten vereint, die bei Zimmertemperatur langsamer als die des *Myxobacillus* wachsen, bei 37° C bereits nach 24 Stunden Sporenbildung zeigen, welch letztere dann nach 48 Stunden fast in allen 35 Zellen zu sehen ist. Auf die eigenartigen Involutionsformen und Zerfallserscheinungen, welche an dieser Art zu beobachten sind, kann hier nicht näher eingegangen werden. Gelatine wird verflüssigt. In gezuckerter Bouillon tritt bloß Trübung und Absatzbildung und keine Gallerte auf.

Die chemische Zusammensetzung der Schleimbildungen 40 einiger der in diesem und in dem vorhergehenden Paragraphen genannten Spaltpilzarten ist im Jahre 1905 durch Fr. Seiler (1) eingehend geprüft worden. Von seinen Befunden, die auf S. 231 des Ersten Bandes nicht mehr haben aufgenommen werden können und darum hier gelegentlich erwähnt werden mögen, ist der wichtigste die Feststellung, daß die 45 Art der in den Schleimen enthaltenen Zuckergruppen durch die Art der Kohlenstoffquelle im Nährboden mit bestimmt wird. Der durch *Bacterium lactis aerogenes* (s. S. 106) und durch *Bacillus viscosus bruxellensis* (s. Bd. V, S. 244) gebildete Schleim lieferte bei der Hydrolyse, außer Glucose, nur dann auch Galactose, wenn der Nährboden diese letztere Zuckerart oder 50 Glycocoll geboten hatte. Diesem Forscher zufolge finden sich Glucose- und Fructose-Gruppen in dem Schleime von *Streptococcus mesenterioides*, von *Bac. viscosus sacchari*, von *Bac. mesentericus vulgatus*, aus dessen Schleim durch Vignal (1) nur Glucose und durch Tillmans (1) aber

schon Fructose und Glucose gewonnen worden waren, und von *Streptococcus hornensis*, welch letztere Art durch Boekhout (1) aus einer mit Saccharose versetzten und beim Stehen dann schleimig gewordenen Milch (s. S. 199) abgeschieden worden war. Galactose-Gruppen neben Glucose- und Fructose-Gruppen wiesen die Schleimbildungen von *Bact. lactis* 5 *aerogenes*, welches in O. Emmerling's (1) Untersuchung einen Gehalt an Galactan hatte erkennen lassen, von *Bac. viscosus bruxellensis*, wie auch diejenige des schon (s. Bd. V, S. 238) von Skerst daraufhin geprüften *Dematium pullulans* auf. Aus Anhydriden von Pentosen hingegen bestehen die Schleime der im § 123 zu nennenden Arten, welche R. G. Smith 10 in Gummiflußbildungen vorgefunden hat.

Ueber die im Betriebe der Verarbeitung des Zuckerrohres und in dessen Produkten bisher aufgefundenen Schleimbildner sind in § 123 nähere Angaben zu finden.

§ 120. Die Organismen der Säfte in der Rübenzucker-Fabrikation. 15

Die Flora des Rohsaftes bedarf einer eingehenderen Betrachtung als sie ihr auf S. 458 hat zuteil werden können. Dort hat es sich bloß um die grundsätzliche Feststellung gehandelt, daß in den Diffuseuren man mit Organismentätigkeit zu rechnen habe. Hier aber ist diese als solche für sich und in ihrer Abhängigkeit von der Arbeitsweise zu prüfen. 20 Diese letztere war früher eine andere als heute. Der Zuckertechniker weiß es, und der darin nicht erfahrene Leser kann es aus der Literatur ersehen, daß die Praxis heutzutage in der Diffusion nicht mehr an jene niedrigen Temperaturen sich hält, welche der Erfinder dieser Arbeitsweise vorgeschlagen hatte; zu immer heißerer Behandlung ist man vor- 25 geschritten und steht jetzt bereits beim sogen. Brühverfahren, welches den zu dünnen Scheiben zerschnittenen Rüben in einem Brühtroge durch Zusatz von ungefähr der fünffachen Menge heißen Saftes bei ca. 85° C den größten Teil des Zuckers entnimmt, sie also gar nicht einer niedrigeren Temperatur aussetzt. Aber auch abgesehen von diesem neuesten Ver- 30 fahren, ist auch durch eine auf maschinentechnischem Gebiete liegende frühere Abänderung die Sachlage wesentlich im Vergleiche zu derjenigen verschoben worden, unter welcher die meisten von den in § 117 berichteten mykologischen Feststellungen zustandegekommen sind, das ist die von C. Pfeiffer angegebene Art der Entleerung der Diffuseure 35 mittelst Druckluft. Vordem wurden die entzuckerten Schnitzel durch Menschenkraft aus dem Diffuseur hinausgebracht, welche Arbeitsweise es nötig machte, die Temperatur des Diffuseur-Inhaltes in dem Maße, als dieser zuckerärmer wurde und also seiner Entleerung entgegenging, tiefer zu drücken, so tief, daß sie der in den Diffuseur hineinsteigende 40 Arbeiter noch ertragen konnte. Man ließ also z. B. zuletzt zu den erschöpften Schnitzeln (im ältesten Diffuseur) Wasser von ca. 20° C treten, welches dann bei seinem Vorschreiten durch die nächsten Diffuseure um je 10° C angewärmt wurde, so daß schließlich im jüngsten Diffuseur (mit frischer Beschickung) eine Endtemperatur des Saftes von ca. 80° C 45 erreicht wurde. Eine nach dem System Pfeiffer eingerichtete Fabrik hingegen braucht jene Rücksicht nicht mehr zu üben und kann also alle Diffuseure gleich warm (bei 75—78° C) halten. Eine genauere mykologische Prüfung dieser neueren Arbeitsweise wie auch des Brühverfahrens (s. S. 459) ist erst noch vorzunehmen. Was bisher an Angaben 50

vorliegt und nun kurz mitgeteilt werden soll, betrifft meist Rohsäfte, welche nach dem älteren, allerdings auch heute noch in vielen Fabriken anzutreffenden Verfahren gewonnen worden sind, das freilich in vielen verschiedenen, durch örtliche und zeitliche Verhältnisse bedingten Spiel-
5 arten des Temperaturgefälles in der Diffusionsbatterie geübt wird. Der aus letzterer austretende und in das Meßgefäß hinübergedrückte Rohsaft, der also kurz zuvor mit den frisch eingefüllten Schnitzeln in Berührung war, ist sehr reich an Keimen. Schöne (1) fand deren 3,6 Millionen im Kubikcentimeter vor, die sich auf verschiedene genauer gekennzeichnete
10 Artengruppen aufteilen ließen, nämlich erstens indifferente, hier nicht weiter zu betrachtende Organismen, zweitens Schleimbildner (eine Stäbchen-Form und zwei Kokken-Formen, welche alle drei dem *Streptococcus mesenterioides* nahestehen), drittens vier Arten aus dem Verwandtenkreise des *Bact. coli commune* (s. S. 105), als *Bact. A, B, C, D* bezeichnet
15 (s. S. 459), und viertens Arten aus der Gruppe der sogen. Heu- und Kartoffelbazillen, unter diesen insbesondere den *Bac. subtilis* und den *Bac. mesentericus fuscus*, die auf ihr Verhalten zu Saccharose eingehend geprüft wurden. Gegenüber Schöne (1), welcher das Auftreten von Torulen und Monilien wie auch des einmal beobachteten *Bact. prodigiosum*
20 und anderer Spaltpilze für zufällig und belanglos erachtet hatte, wies Laxa (3) darauf hin, daß in einem von ihm geprüften Falle der aus dem Diffuseur bei 30° C entnommene Rohsaft pro 1 ccm auf Rübensaft-Agar 560000 Kolonien lieferte, deren Mehrheit von Sproßpilzen aufgebaut war, welche die Saccharose kräftig invertierten, neben einer Minderheit
25 von Spaltpilz-Kolonien. In einem genügend und andauernd heiß (bei 70—75° C) gehaltenen Diffuseur werden jedoch die gegen Hitze meist sehr empfindlichen Sproßpilze nicht standhalten können.

Auf dem Wege vom Diffuseur zum Meßgefäße geht der Rohsaft durch den Pülpenfänger hindurch, der, wenn er nicht genug heiß ge-
30 halten wird, Gelegenheit zu Bakterienentwicklung bietet; Knauer (1) berichtet z. B., daß in der Zuckerfabrik Dahmen jenem Apparate schon nach einmaligem Rundgange des Saftes in der Diffusionsbatterie große Mengen von Schleim (Froschlaich) entnommen werden konnten.

Aus dem Meßgefäße gelangt der Rohsaft durch den Vorwärmer hin-
35 durch in die Scheidepfanne, in welcher er, zwecks Neutralisierung und Abscheidung von Nichtzuckerstoffen, mit der erforderlichen Menge von Aetzkalk (in Stücken oder als Kalkmilch) versetzt und auf die Temperatur von 90° C hinauf gebracht wird, womit die sogen. Scheidung beendet ist. Meist folgt hierauf unmittelbar und ohne vorhergegangenes Ab-
40 trennen des Scheideschlammes die Saturation, also das Einblasen von Kohlensäure (und schwefliger Säure) und das Aufhitzen bis zur Kochtemperatur. Die Organismen, die im Rohsaft vorhanden waren, werden, sofern sie nicht sehr widerstandsfähig sind, durch die vereinte Einwirkung des Kalkes und der Wärme abgetötet, was durch Orth (1), Laxa (2),
45 Raschkowitsch (1) und Gonnermann (1) festgestellt worden ist. Schöne (1) hingegen hat in der Mehrzahl der Fälle sporenbildende Bakterien, wenn auch in geringer Anzahl, noch lebend vorgefunden; es waren dies wahrscheinlich Arten aus der Gattung *Semiclostridium*. Der Inhalt des Saturateurs wird hierauf durch die Schlammpresse getrieben. In dieser
50 ist unter Umständen zum Auskeimen der noch lebend in sie eingeführten Sporen und zur Vermehrung der von außen hinzugetretenen Fremdkeime dann Gelegenheit gegeben, wenn die Temperatur infolge schlechten, langandauernden Filtrierens oder aus anderen Ursachen zu tief (unter

60° C hinab) sinkt. Wenn die Rahmen des Filters schlecht abgedichtet sind, tropft von ihnen Saft in die Auffangteller hinab, in denen er langsam abkühlt und Pilzwucherung ermöglicht. Gerade die Filterpressen mit ihren Saftableitungsröhren sind dem Praktiker schon seit langem als der gewöhnlichste Ort der Schleimbildung bekannt. HERZFELD (5 u. 6) 5 hat schon darauf hingewiesen, und LAXA (2) befand die Schleimklumpen in einem Falle fast nur aus *Clostridium gelatinosum* zusammengesetzt. GONNERMANN (2) hat vor kurzem eine ähnliche Beobachtung an dem Schleime gemacht, der an den Schlammpressen der zweiten Saturation aufgetreten war, und an dessen Bildung dreierlei Arten von schleim- 10 bildenden Bakterien (s. S. 468) beteiligt waren. Und weil einige dieser Spaltpilze widerstandsfähige Sporen zu bilden vermögen, werden diese das Eintrocknen lebend überstehen, so daß also gerade die Filterpressen, wenn man sie und deren Bedienungsmannschaft nicht sehr sorgfältig überwacht, zu einer unversieglichen Quelle der Ansteckung der Luft, 15 der Geräte, der Schuhsohlen der Arbeiter usw. mit solchen Störungserregern werden können, die gerade auch an dieser Stelle der Fabrik dadurch sehr lästig werden können, daß, wie die Erfahrung gelehrt und neuerdings ZSCHEYE (1) betont hat, durch den Gehalt an derartigem Schleim der Saturationsschlamm eine sehr ungünstige, die Pressen zum 20 Versagen bringende physikalische Beschaffenheit annimmt. Die Praktiker haben auch schon lange, bevor ihnen die wahre Natur dieses Schleimes bekannt war, erprobt, daß man bei dessen Auftreten alsbald die Pressen heißer halten müsse. Keimfrei kann der aus der Presse abgeleitete filtrierte Saft nicht sein; denn Gelegenheit zu Ansteckung ist auf seinem 25 Wege vorhanden. Und wenn er dann der zweiten (und dritten) Saturation unterworfen und nach dieser wieder durch ein Schlammfilter hindurchgeführt wird, so scheiden dadurch wohl die rein vegetativen Formen aus, nicht aber auch die widerstandsfähigen kräftigen Bakteriensporen, die dabei ja nicht unerträglich viel zu leiden haben. Nach SCHÖNE (1) 30 sind in den Säften der ersten und zweiten Saturation Alleinherrscher die Heu- und Kartoffelbakterien, die übrigens auch in allen anderen Stationen der Fabrik vorhanden seien. Und LAXA (2) hat in einem Filtersafte von der dritten Saturation, als die Filterpresse zu kühl geworden war, 60 Keime des *Clostridium gelatinosum* in 1 ccm gezählt. 35

Von der Schlammpresse nach der dritten Saturation gelangt das nun Dünnsaft heißende, schwach alkalische Filtrat (mit ca. 11.5 Proz. Zucker) zum Zwecke der Fortschaffung feiner trübender Schwebekörperchen in ein besonderes Filter (Kiesfilter, Beutelfilter u. dgl. m.), in welchem wohl wieder Gelegenheit zur Entwicklung und Betätigung von Pilzen 40 gegeben ist, worüber aber noch keine genaueren mykologischen Untersuchungen vorliegen. Hierauf folgt die Eindickung des Dünnsaftes, die in zwei Hauptstufen vollzogen wird: in der ersten, der sogen. Verdampfung, wird er in den Verdampfkörpern in Dicksaft (mit ca. 50 Proz. Zucker) umgewandelt. Dieser wird hierauf, nachdem er zuvor noch ein Filter 45 durchlaufen hat, in der zweiten Hauptstufe, dem sogen. Verkochen, in dem Vacuumkörper zur Füllmasse (mit ca. 90 Proz. Zucker) gemacht.

Das Verdampfen wird nicht in einem einzigen Zuge sondern in mehreren (bis fünf) Unterstufen durchgeführt, so zwar, daß der erste Verdampfkörper, welcher den vom Filter kommenden Dünnsaft aufnimmt, 50 am heißesten gehalten, der den Dicksaft liefernde letzte Körper hingegen mit der niedrigsten Dampfwärme betrieben wird. LAXA (2) hat bei seinen Studien über das mykologische Verhalten der Dünnsäfte während

des Verdampfens in einer Fabrik, welche den ersten Verdampfkörper mit Dampf von mehr als 100 ° C. den zweiten Körper mit solchem unter 100 ° C und den dritten mit solchem von 72 ° C heizte, Keimfreiheit nur im Innern des ersten Körpers gefunden; im Inhalt des zweiten und dritten Körpers hingegen waren im Kubikcentimeter Saft 125 Keime des *Clostridium gelatinosum* nachzuweisen, die wohl inzwischen sich wieder eingeschlichen hatten und durch die niedrigere Temperatur nicht Schaden litten. Auch SCHÖNE (1) befand die Dicksäfte reich an Keimen. HERZFELD (5) hat über das Auftreten schleimbildender, für *Leuconostoc* gehaltener Bakterien (und durch sie verursachtes Sauerwerden des Dicksaftes) in dem HODEK'schen Saftfänger berichtet, also jenem Hilfsapparate, der zwischen dem letzten Verdampfkörper (dem Dicksaftkörper) und dem Kondensator zu dem Zwecke eingeschaltet ist, um die aus jenem ersteren durch die entweichenden Dämpfe mitgerissenen feinen Safttröpfchen zurückzuhalten und also Zuckerverluste zu verhüten.

Bevor der aus dem letzten Verdampfkörper abgezogene Dicksaft zum Verkochen gelangt, geht noch ein Filtrieren vorher, durch welches jenem volle Klarheit und feuriger Glanz verschafft werden soll. Ueber die biologischen Verhältnisse in den Dicksaftfiltern hat zuerst LAXA (2) einige Untersuchungen angestellt; der Saft von dem ersten, bei fast 100 ° C gehaltenen Filter erwies sich als frei von lebenden Keimen, denjenigen vom zweiten Filter hingegen, das bei 73 ° C gehalten wurde, befand er als sehr reich an Keimen, unter denen das *Clostridium gelatinosum* und eine dem *Bac. subtilis* nahverwandte Art vorwiegend waren. SCHÖNE (1) prüfte ein Dicksaftfilter, dessen wirksamer Bestandteil Holzwolle war, und stellte eine durch das Filtrieren zustandegekommene Verminderung des Keimgehaltes von 30 500 auf 400 fest.

Das Verkochen des Dicksaftes im Vacuumkörper zu Füllmasse wird, ebenso wie zuvor das Verdampfen des Dünnsaftes, unter vermindertem Druck und dazu bei einer Temperatur vorgenommen, welche hier in den einzelnen Fabriken, je nach deren besonderen Verhältnissen, verschieden ist, immer und überall aber beträchtlich unter 100 ° C sich hält. Auf ein Absterben der im eingebrachten Dicksaft enthaltenen widerstandskräftigen Bakteriensporen kann man also nicht hoffen; deren auf die Raumeinheit bezogene Anzahl wird, infolge der starken Eindickung, sogar immer größer werden, wie SCHÖNE (1) in mehreren Fällen festgestellt hat. Es wird also die aus dem Verkocher eben kommende fertige, frische Füllmasse keimhaltig sein. LAXA (2) hat in einer solchen Probe 71 Keime im Gramm vorgefunden, eine Anzahl, welche in Anbetracht des zu ihrer Ermittlung verwendeten unvollkommenen Verfahrens wohl weit hinter dem wahren Gehalt zurückgeblieben sein wird. Und diesen hohen Keimgehalt schleppen die Füllmassen weiterhin mit. Auf eine auffällige Folge solcher Ansteckung, nämlich die Schaumgärung der Füllmassen selbst, wird alsbald im nächsten Paragraphen eingegangen werden. Hier hingegen sei noch darauf hingewiesen, daß also voraussichtlich die Rohzucker schon keimhaltig gewonnen werden, auf welche Tatsache wir im übernächsten Paragraphen zurückkommen werden. LIPPMANN (5) hat über eine Infektion des Saftes im Dicksaftkörper berichtet, die ihre Quelle in dessen Wasserstandsgläsern hatte, in denen Schleimbildner (angeblich *Leuconostoc*) sich festgesetzt hatten.

Die **Haltbarmachung** der **Saftproben** für Analysenzwecke ist eine für die Betriebskontrolle wichtige Frage in all jenen Fällen, in denen innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit sehr viele Proben gezogen, jedoch

erst nach und nach durch den Chemiker in Behandlung genommen werden können. C. Scheibler (14) hatte für solche Zwecke schon im Jahre 1867 den Bleiessig empfohlen, also jenen Zusatz, der in der Menge von 10 Vol.-Proz. ohnehin in dem Falle der Zuckerbestimmung durch Polarisation zum Zwecke der Klärung und der Abscheidung optisch 5 aktiver Nichtzuckerstoffe allgemein in Gebrauch ist; der damit zugleich vergiftete Rübensaft hielt sich sehr lange Zeit ohne merkliche Aenderung seines optischen Drehungsvermögens. Ladureau (1) hatte in dem Filtrate von solchen Mischungen bei dessen längeren Stehen allerdings bald starke Zersetzung (Invertierung) eintreten sehen. Unter normalen Ver- 10 hältnissen aber tut dieser Zusatz, wie Scheibler (15) gegenüber einer Anzweiflung durch O. Casteels (1) nochmals betonte und J. Weisberg (2) und L. Geschwind (1) bestätigt haben, seine Wirkung als Pilzgift ausreichend. Das Sublimat ist für die Haltbarmachung der Saftproben zuerst durch Courtonne (1) und H. Pellet (2) im Jahre 1896, und zwar 15 zunächst für Zuckerrohr-Saft, empfohlen worden; man solle es in der Menge von mindestens 0,05 Proz. in fester Form dem Safte zufügen. Eine gleich große Gabe dieses Giftes, jedoch in der handlicheren Form der 10-proz. alkoholischen Lösung, fand auch P. Herrmann (2) für gerade noch ausreichend, welch letzterer Forscher feststellte, daß ein von ihm 20 verwendeter Diffusionssaft einer Rübenzuckerfabrik, der zu Anfang 11,1 Proz. Zucker zeigte, nach vier Stunden Stehen ohne Zusatz nur mehr 11 Proz. und nach abermaligen vier Stunden 10,5 Proz. polarisierte, während die vergifteten Vergleichsproben den Anfangsgehalt beibehalten hatten. L. Ehrmann (1) konnte das bestätigen. Das Quecksilberchlorid 25 hat vor dem erstgenannten Bleisalz, wie auch vor der durch C. Fischman (1) vorgeschlagenen schwefligen Säure, den Vorzug für sich, schon in einer so geringen Menge wirken zu können, daß durch sie die Dichte des Saftes nicht merklich geändert wird und also diese (wie auch allenfalls der Aschengehalt) auch in der vergifteten Probe noch bestimmt 30 werden kann, nicht aber auch der Invertzucker mittelst Fehling'scher Lösung. Es ist demnach begreiflich, daß man nach anderen Giften sich umgesehen hat, die sich, wenn erforderlich, ganz vertreiben lassen. Ein solches Gift ist das zuerst durch F. Herles (1) empfohlene Chloroform jedoch nicht; H. Claassen (2 u. 4) hat damit gelegentlich seiner 35 Studien über die sogen. unbestimmbaren Zuckerverluste (s. S. 459) sehr unangenehme Erfahrungen gemacht, und auf S. 150 dieses Bandes ist ja schon über ähnliche Feststellungen an Milch berichtet worden. Der durch Pellet (2) zuerst geprüfte Formaldehyd, in Gestalt des Formalins (s. Bd. I, S. 545) verwendet, vermochte in Zalkind's (1) Ver- 40 suchen sogar das so rasch sich trübende Preßwasser aus den entzuckerten Schnitzeln haltbar zu machen, wenn man letzterem 0,1 ccm Formalin pro 100 ccm zusetzte; in Schott's (1) Versuchen zur Haltbarmachung der Sirupe aber erwies es sich in der Gabe von 0,1 Proz. als unverläßlich. Der Schwefelkohlenstoff ist für den in Rede stehenden Zweck 45 durch Herles (1) vorgeschlagen worden; er ändert aber die Alkalität der Probe, wird auch durch seinen Geruch leicht lästig und gewährt zudem keine Haltbarkeit von längerer Dauer. Das Wasserstoffsuperoxyd, welches durch H. Herriger (1) hauptsächlich zum Bleichen und Klären der Säfte sowohl in der Fabrik als auch für die polarimetrische 50 Untersuchung vorgeschlagen wurde, hat durch A. Stift (2) eine ablehnende Beurteilung erfahren. Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß wir Lippmann (16) ein bis zum Jahre 1897 reichendes, mit den literarischen

Nachweisen belegtes Verzeichnis der bis dahin vorgeschlagenen Mittel (fast 300 an der Zahl) zur Reinigung, Entfärbung und Klärung zuckerhaltiger Säfte verdanken. Eine durch H. Pellet (2) unternommene vergleichende Prüfung des Bleiessigs, des Sublimats, des Formaldehyds und 5 des Kieselfluorquecksilbers hat ergeben, daß jener erste und älteste Zusatz als das beste Mittel zur Haltbarmachung der zu analysierenden Säfte erklärt werden darf. Und auch die durch P. Herrmann (1) angestellte Vergleichung des Sublimats, Chloroforms und Formalins mit dem Bleiessig hat diesen letzteren als den verläßlichsten dargetan; in 10 der üblichen Gabe von 10 Proz. hielt er bei 20° C durch 36 Stunden das Eintreten von Zersetzung auf.

§ 121. Die Schaumgärungen in den Füllmassen, Sirupen und Melassen der Rübenzucker-Fabriken.

Die aus dem Vacuumkörper abgelassene Füllmasse (mit ca. 90 Proz. 15 Zucker) wird, nachdem sie noch auf 45—50° C hinabgekühlt worden ist, durch Ausschleudern mittelst der Centrifuge in Rohzucker (erstes Produkt, mit ca. 95 Proz. Saccharose) und Sirup (erster Ablauf) zerlegt. Letzteren verkocht man dann zu einer Füllmasse, welche, nach eingetretener Kristallisation in eigenen Kristallisierräumen bei ca. 40° C, in 20 Nachprodukt (Rohzucker zweites Produkt) und Melasse gesondert wird. Diese liefert schließlich auf gleiche Weise ein drittes (ev. auch viertes) Produkt und eine Melasse, die nun so reich an Salzen und organischen Nichtzuckerstoffen ist, daß sie, bevor sie weiter auf Füllmasse verarbeitet werden kann, von jenen zum Teil befreit werden muß, 25 und zwar entweder durch das sogen. Osmose-Verfahren oder durch andere, auf die Ausfällung des Zuckers in gebundener Form (als Saccharat) gegründete Arbeitsweisen. Sowohl die Füllmassen als auch die Sirupe und noch mehr die Melassen stehen also selbst im normalen Fabriksbetrieb mehr oder weniger lang bei einer Temperatur (von 40°—50°), 30 bei welcher sehr viele Arten von Spaltpilzen recht freudig gedeihen. Es ist im großen Betriebe untunlich, sie von jenen an Pilznährstoffen so reichen Zwischenprodukten fernzuhalten; der letzteren hohe Konzentration ist durchaus nicht für alle Eindringlinge ein Hindernis, sondern ist sogar für diejenigen, welche dabei bestehen können, eine Schutz- 35 wehr im Wettbewerb mit anderen Arten von höherer Empfindlichkeit. Eine zukünftige, genauere Erforschung der biologischen Verhältnisse und Vorgänge in jenen Zwischenprodukten wird voraussichtlich sehr mannigfaltige Aufschlüsse und auch technisch wichtige Nutzanwendungen uns liefern. Heute beschränken sich unsere Kenntnisse auf eine Reihe von 40 Feststellungen betreffend eine selbst der roheren Beobachtung sich kund gebende und als Schaumgärung bezeichnete Zersetzung, welche durch das Auftreten lebhafter Gasbildung im Innern der Masse und also das Aufwerfen einer Schaumdecke auf deren Oberfläche gekennzeichnet ist. Diese Erscheinung hat bloß den Namen mit jener andern gemein, welche 45 in der Spiritusbrennerei und in der Preßhefenfabrikation (s. Bd. V, S. 311) ab und zu sich einstellt, und darf also nicht mit ihr verwechselt werden.

Man verdankt E. Durin (4) nicht bloß die erste genauere Beschreibung der Schaumgärung der Füllmassen und Melassen sondern auch schon die Erkenntnis, daß diese Störungserscheinung in zweierlei Ausbildung 50 auftreten kann: Die eine Art ist dadurch gekennzeichnet, daß der gasige

Inhalt der Schaumblasen hauptsächlich aus Stickoxyd besteht, welches durch Zersetzung des Salpeters der eingedickten Säfte, also durch eine Salpetergärung, gebildet worden ist, von welcher alsbald die Rede sein wird. Weniger heftig als bei dieser war der Verlauf der anderen der beiden von Durin beobachteten Arten von Schaumgärung: bei ihr war die Entwicklung von Gas verhältnismäßig schwach, dieses selbst enthielt keine Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs, und der entstandene Schaum roch nach Buttersäure und wies kein Caramel, wohl aber Kalksalze von Fettsäuren auf. Aus Gründen, die noch dargelegt werden sollen, deute ich diese zweite Art von Schaumgärung als einen im wesentlichen durch die Spaltung von Aminosäuren zu Kohlensäure und Alkylaminen gekennzeichneten biologischen Vorgang, welchen ich demnach als Amidgärung bezeichnen möchte; auf sie soll auf S. 483 näher eingegangen werden.

Die unter dem Namen **Salpetergärung** bekannte erste der beiden von Durin unterschiedenen Arten der Schaumgärung der Füllmassen und Melassen der Zuckerfabriken ist als ein besonderer Fall der im 6. Kapitel des Dritten Bandes unter dem Namen Denitrifikation eingehend beschriebenen Erscheinung der Reduktion der Salpetersäure zu betrachten. Im Bereiche der industriellen Verarbeitung der Zuckerrübe ist sie zuerst in der in Frankreich eine verhältnismäßig bedeutende Rolle spielenden Rübenbrennerei beobachtet worden. J. Reiset (1) berichtete im Jahre 1868 über das Auftreten von Störungen, die sich zunächst darin kundgaben, daß in dem mit Hefe angestellten Rübensaft die Alkoholgärung vorzeitig schwächer wurde und ganz zum Stillstande kam, und daß gleichlaufend und in steigendem Maße Stickoxyd auftrat, welches, an die Oberfläche der Maische gelangt, sich in rotes Stickstoffdioxyd umwandelte, das dem Gärbottich in großen Mengen entquoll. Diese Störung trat dann auf, wenn der Rübensaft nicht ausreichend sauer war, und konnte durch einen Zusatz von Schwefelsäure (3 g pro Liter) verhütet werden. Letzere Tatsache ist uns heute vollständig erklärlich; die Mineralsäure wirkt eben auf die Nitratvergärer entwicklungshemmend. Anders aber deutete sie Reiset, und sein Ausspruch ist für das Maß von Einsicht in gärungsphysiologischen Fragen zu jener Zeit kennzeichnend: das Stickoxyd sei durch Oxydation des in der Maische an organische Säuren gebundenen Ammoniaks gebildet worden, welch letzteres mangels einer starken Säure nicht zurückgehalten werden konnte; von der Tätigkeit von Gärerregern ist also noch keine Rede. Auf eine solche wies alsbald Th. Schloesing (1), wenngleich noch sehr unbestimmt, auf Grund seiner Beobachtungen an Schnupftabak-Gärungen (s. Bd. V, S. 17) hin, indem er das in Rede stehende Gas für das Ergebnis einer Reduktion der Nitrate erklärte. Kohlrausch und Strohmer (1) verhielten sich gegen Reiset's Erklärungsart nicht ablehnend und meinten, daß die auch durch sie beobachtete und von Maumené beschriebene und als Ergebnis einer Zersetzung von Ammoniumnitrat gedeutete Entwicklung roter Dämpfe beim Verkochen von Rübensäften nicht durch Mikroorganismen hervorgerufen worden sein könne, weil diese ja unter den Bedingungen des rasch verlaufenden Fabriksbetriebes nicht genug Zeit zur Betätigung zu finden vermöchten. Das Auftreten der Salpetergärung in den Melassen der Melassenbrennereien (s. Bd. V, S. 283) ist zufolge einer Mitteilung Dubrunfaut's (1) aus dem Jahre 1836 zuerst durch Tilloy beobachtet worden, welcher als Vorbeugungsmittel das Ansäuern und Aufkochen der Melasse mit Schwefelsäure empfahl. Heute

kann man nicht mehr daran zweifeln, daß das Material für die Bildung des Stickoxydes und Stickstoffdioxydes der Salpeter ist, der ja in den Rüben (manchmal in verhältnismäßig großer Menge) vorhanden ist und, weil leicht löslich, in der Melasse sich anreichert; man vergleiche darüber H. Pellet (1). Daß beim Schäumen der Sirupe der Rübenzucker-Fabriken nicht bloß die Nitrate sondern auch die Nitrite eine beobachtenswerte Rolle spielen können, haben Andrlík und Stanèk (1) im Jahre 1901 gezeigt, die in derartigen aus Ungarn stammenden Proben, die noch dazu stark sauer (bis 6,5 ccm Normalsäure pro 100 g) reagierten, 0,06—0,49 Proz. Nitrat-Stickstoff und 0,03—0,04 Proz. Nitrit-Stickstoff nachwiesen; auch diese beiden Forscher halten dafür, daß das Schäumen der Sirupe als ein rein chemischer Vorgang aufzufassen sei, weil eine Lebensäußerung in einer so hoch konzentrierten Masse sich nicht denken lasse.

Dieser letzere Einwand hält jedoch einer schärferen Prüfung nicht stand. Gerade die Schaumgärung der Füllmassen und Melassen wird ein ergiebiges Feld für die Auffindung solcher Mikroorganismen werden, welche selbst in sehr zuckerreichen Nährböden zu bestehen vermögen und sich in diesen um so leichter behaupten werden, als sie durch diese Fähigkeit von selbst gegen all jene Mitbewerber gefeit sind, denen eine stärkere Diät gegenüber Saccharose von Natur aus auferlegt ist. Die Vertiefung des Studiums der Schaumgärung nach dieser Richtung hin wird uns voraussichtlich auch neue Kenntnisse über die zuckerliebenden (saccharophilen) Mikroorganismen einerseits und die zuckerscheuen (saccharophoben) andrerseits liefern; man vergleiche über diesen Unterschied auch Ed. Kohn (1) und A. Segin (1 u. 2), welch letzterer ungefähr dreißig Bakterien-Arten auf deren Verhalten zu Glucose, Fructose, Galactose, Maltose, Lactose, Raffinose, Mannit, Dulcit und Erythrit und zum Teil auch zu Arabinose, Xylose, a-Glucoheptose und Quercit geprüft hat.

Wenn man auch nicht berechtigt ist zu behaupten, daß die Salpetergärung der Füllmassen und Melassen der Zuckerfabriken in jedem Falle als Gärung durch Nitratzerstörer zu betrachten sei, und also der theoretischen Möglichkeit des Zustandekommens von Salpeterabbau durch rein chemische Prozesse noch Raum läßt, so wird doch in der Regel jene erstere Deutung zutreffen. Deren Richtigkeit ist allerdings mehr auf dem Wege des Schließens aus der Analogie gefolgert, als durch einwandfreie Untersuchungen erwiesen worden. Ueber diese grundsätzliche Feststellung hinaus reichen aber unsere Kenntnisse dieses besonderen Falles der Salpetersäure-Reduktion überhaupt nicht. Dieser Vorgang im allgemeinen kann aber, wie aus den hier als bekannt vorausgesetzten Angaben des 6. Kapitels des Dritten Bandes zu ersehen ist, nicht bloß durch sehr verschiedene und viele Arten von Spaltpilzen in Gang gesetzt werden, sondern je nach der Art des Gärerregers und der Beschaffenheit des Nährbodens auch auf verschiedene Weise sich abspielen: nur bis zu Nitrit, oder bis zu Stickoxyd und Stickstoffoxydul, oder bis zu freiem Stickstoff. Wie neuere Versuche lehrten, ist insbesondere auch die Anwesenheit von Kohlenhydraten von Bedeutsamkeit. Schon Gayon und Dupetit (1) hatten gezeigt und A. Maassen (2) hat es an den Arten seiner Gattung *Semiclostridium* bestätigen können, daß Zuckerzusatz die Denitrifikation (in salpeterhaltiger Bouillon) begünstige. Und was die Pentosane anbelangt, denen die gleiche Fähigkeit durch Krüger und Schneidewind zugeschrieben (s. Bd. III, S. 189), durch J. Stoklasa und

E. Vítek (1) aber neuerdings nur in eingeschränktem Maße zuerkannt wird, so ist auch an solchen hier in unserem Falle kein Mangel; denn die Untersuchungen von Komers und Stift (1) haben gezeigt, daß von diesen letztgenannten Bausteinen der Gerüstsubstanz der Zuckerrübe bei der Diffusion zwar nur ein Bruchteil in den Saft übergeht, in diesem aber dann die folgenden Stufen der Reinigung und Eindickung ungeändert und unvermindert überdauert, beim Ausschleudern der Füllmasse zwar zum größeren Teil in dem Rohzucker verbleibt, dessen organischer Nichtzucker hauptsächlich aus Pentosanen besteht, zum geringeren Teil aber in den Grünsirup übergeht. Es gibt also hier noch sehr viel zu erforschen, auch was die Nebenprodukte und Folgeerscheinungen betrifft. Als eine solche erachtet E. O. von Lippmann (13) vermutungsweise die durch ihn aus einem bei der Melassenentzuckerung gewonnenen Kalksaccharat abgeschiedene α-Oxyglutarsäure ($C_5H_8O_5$), welche Oxysäure ja, wie bekannt, aus der ihr zugehörigen und in den Melassen vorhandenen Glutaminsäure (α-Aminoglutarsäure) auf rein chemischem Wege durch Einwirkung von salpetriger Säure dargestellt werden kann. Schon Durin hatte bei der Salpetergärung der Nachprodukte eine sehr lebhafte Wärmebildung und infolgedessen die Caramelisierung des Zuckers, das Aufsteigen kohliger Krusten aus dem Innern der Masse, ja sogar deren feurige Verkohlung im ganzen beobachtet.

Nicht immer stellt sich der Abbau des Salpeters der Melasse schon in der Zuckerfabrik ein, sondern macht sich, wie schon auf S. 481 erwähnt worden ist, erst dann bemerkbar, wenn jene in der Melassenbrennerei vergoren werden soll; man vergleiche darüber den § 72 des 10. Kapitels des Fünften Bandes, zu dessen auf S. 283 enthaltenen Angabe betreffend die durch Effront gemachte Beobachtung von Bakterien als Ursache der Schwergärigkeit der Melasse hier die ergänzende Bemerkung untergebracht sei, daß zufolge Heinzelmann (1) eine solche Beobachtung schon viel früher durch ihn wie auch durch Meyer und Greger beschrieben worden sei.

Ueber das Wesen der **Amidgärung**, wie ich auf S. 481 die zweite der durch Durin unterschiedenen Arten von Schaumgärung der Füllmassen, Sirupe und Melassen zu nennen vorgeschlagen habe, liegen zwar schon recht viele Beobachtungen aber noch wenige zureichende Feststellungen vor. Zunächst sei betont, daß nicht jegliches spontane Auftreten von Schaum auch schon hierin inbegriffen werden soll. Es war schon H. Claassen (1), welcher im Jahre 1888 bemerkt hat, daß man hier zweierlei Unterarten der Ausbildung dieser Erscheinung unterscheiden könne. Entweder kommt es nur zur Ausscheidung einer schaumigen Decke auf der Oberfläche der Masse; hierher gehören wohl die Fälle, welche A. Herzfeld (1), Degener (2), E. Gravier (1) und C. Kornauth (1) beschrieben haben, von denen der letztere eine chemische Analyse des Schaumes gibt. Oder aber es tritt auch noch reichliche Entwicklung von Gas ein, welches die Füllmasse, weil sie zäh und schwer durchdringlich ist, stark aufbläht, sie „steigen“ macht, so zwar, daß z. B. einmal eine Füllmasse, die anfänglich 18,5 Kubikmeter ausfüllte, dann auf 25,3 Kubikmeter angeschwollen war. In einem gleichfalls durch Claassen beobachteten Falle fing die aus dem Verkocher vollkommen schaumfrei ablaufende Füllmasse für zweites Produkt, die mit einer Temperatur von 85 ° C in die Kristallisationskasten eingebracht worden war, in diesen schon nach einigen Stunden zu steigen an; die Erscheinung hatte nach Ablauf von 24 Stunden, während deren die Temperatur der Masse von

selbst auf 87° C gekommen war, ihren Höhepunkt erreicht, ließ dann nach und erreichte, unter gleichzeitigem Sinken der Eigenwärme auf 60° C, nach zwei bis drei Tagen ihr Ende. In einem anderen ähnlichen Falle des Hochgehens einer Füllmasse für drittes Produkt hat Claassen festgestellt, daß in jener weniger als 0,1 Proz. Invertzucker vorhanden war. Er konnte ganz allgemein beobachten, daß während des Steigens die Alkalität in Acidität umschlägt, daß der gasige Inhalt der Schaumblasen aus Kohlensäure besteht und daß eine Zerstörung von Zucker während und durch die Schaumgärung nicht eintritt, und er deutete diese letztere, auf Grund vorgenommener Versuche, als „Zersetzung eines kompliziert zusammengesetzten organischen Nichtzuckerbestandteiles in einfache Stoffe, wie organische Säuren und Kohlensäure, hervorgerufen durch Sauerstoffaufnahme in den schaumigen Ablaufsirupen." Um eine durch Mikroorganismen hervorgerufene eigentliche Gärung könne es sich hier aus dem Grunde nicht handeln, weil die Tätigkeit solcher bei jener hohen Temperatur wohl ausgeschlossen sei. A. Herzfeld (2), welcher früher bei der Schaumgärung der Ablaufsirupe reichliche Mengen von Spaltpilzen auftreten sehen und darum jene Erscheinung für eine wahre Gärung halten zu dürfen gemeint hatte, pflichtete im Jahre 1890 jener auch durch Lippmann (3) angenommenen rein chemischen Erklärungsweise bei und hielt den Gehalt der Füllmassen an Invertzucker (den Claassen doch so gering befunden hatte) und dessen unter Gasbildung verlaufende Zersetzung durch den Luftsauerstoff für die Ursache und das Wirkende bei der in Rede stehenden Erscheinung; in betreff des schon oben erwähnten Ansteigens der Temperatur in den schäumenden Füllmassen, das in einem durch ihn selbst beobachteten Falle zu einer Selbsterhitzung der Masse von anfänglich 84° C auf schließlich 100° C. geführt hatte, schließt er sich Lippmann's (3) Meinungen an, welcher auf die bei dem plötzlich eintretenden Auskristallisieren des Zuckers frei werdenden Wärmemengen hingewiesen hatte. Folgerichtig empfiehlt Herzfeld als Vorbeugungsmittel ein auf vollständige Zerstörung des Invertzuckers hinarbeitendes kräftiges Kochen der Säfte mit Kalk.

Es war O. Laxa (1), welcher zuerst der Frage nähertrat, ob nicht doch bei dieser Schaumgärung mit der Tätigkeit von Bakterien zu rechnen sei, und zwar mit solchen Arten, welche, entgegen dem Vorurteil jener Zuckerchemiker, bei der hohen Temperatur der Füllmassen noch bestehen können, also thermophil sind, ja vielleicht sogar zu den thermogenen zu zählen wären. Er schied aus dem Schaum einer in Schaumgärung geratenen Füllmasse für Nachprodukt einen wärmeliebenden Spaltpilz aus, nämlich das schon auf S. 470 beschriebene *Clostridium gelatinosum*; es gelang ihm aber nicht, damit in Füllmassen die in Rede stehende Zersetzungserscheinung hervorzurufen, wohl aber starke Gasentwicklung und Schaumbildung in Zuckersäften, die sich dabei auf 60° C erwärmten. Angesichts dieses Mißerfolges bestand Claassen (3) dann um so fester auf der ungeschmälerten Richtigkeit der durch ihn aufgestellten Hypothese und machte geltend, daß die Schaumgärung, die er meine, erst bei 80° C eintritt, während Laxa's Spaltpilz bei dieser Temperatur nicht mehr gedeiht, daß ein Sinken dieser letzteren unter jene Grenze bald das Aufhören der Schaumgärung zur Folge habe, wie auch, daß bei 60° C, als der für die Entwicklung von Laxa's Bazillus höchsten erträglichen Temperatur, die Füllmassen sich monatelang ohne merkliche Veränderung halten. M. Karcz (1) stimmte Claassen voll-

ständig zu, bestätigte letzteren auf Grund eigener Versuche und Erfahrungen an Füllmassen für Nachprodukte auch darin, daß bei dieser Störungserscheinung nicht der Zucker, wie HERZFELD gemeint hatte, sondern organische Nichtzuckerstoffe die Quelle der entwickelten Kohlensäure sind, und empfahl das schon von jenem ersteren vorgeschlagene, 5 erprobte weitere Verhütungsmittel, das ist, leichteres (dünneres) Ablassen der Füllmasse aus dem Verkocher bei einer niedrigeren Temperatur. GUNDERMANN (1) hingegen, welcher einer Deutung der in Rede stehenden Erscheinung als Wirkung eines thermophilen Spaltpilzes zuneigt, hatte Erfahrungen gemacht, welche mit denjenigen CLAASSEN's und KARCZ's 10 nicht ganz übereinstimmen: denn in seinen Füllmassen, die (wie auch der aus ihnen gewonnene Rohzucker) bis zuletzt immer und bleibend nicht sauer sondern alkalisch reagierten und arm an Invertzucker waren, zeigte sich reichliche Gasbildung aus der Tiefe der Masse herauf auch noch bei viel niedrigerer Temperatur und stand erst dann still, als diese 15 auf 40—45 ° C gesunken war, und die versuchte kräftige Behandlung der Säfte mit Kalk (wie auch ein reichlicher Zusatz von Natronlauge zur Füllmasse) blieb ohne den von CLAASSEN verheißenen Erfolg, der aber dann durch Sauberkeit und Anwendung von Formaldehyd sich erzielen ließ. 20

Was an unanfechtbaren Erfahrungstatsachen durch jene Praktiker berichtet worden ist, steht mit der Annahme der Tätigkeit thermophiler Bakterien in der schäumenden Füllmasse noch nicht in Widerspruch. LAXA hat in seiner Versuchsanstellung einen methodologischen Fehler begangen, der ihn um den Preis seiner Mühe brachte: er hätte seine 25 Zuchten bei einer weit höheren Temperatur als der von ihm (aus begreiflichem Grunde) gewählten von 55 ° C führen sollen, bei welcher all jene Keime der Schaumprobe ihm entgehen mußten, welche erst oberhalb dieser Grenze sich zu entwickeln vermögen. Der rein chemischen Deutung des Vorganges steht, wie nicht bloß CLAASSEN allein über- 30 sehen hat, auch noch die doch auch durch ihn selbst bestätigte Beobachtung entgegen, daß die Gasbildung langsam ansteigt, nicht zu Beginn am heftigsten ist, wie sie unter jener Voraussetzung doch sein müßte. Daß wir es hier mit der Tätigkeit wärmeliebender Kleinlebewesen entweder ausschließlich oder doch vornehmlich zu tun haben, 35 scheint nach der ganzen Sachlage sicher zu sein. Ja noch mehr, es läßt die Verschiedenheit der Befunde CLAASSEN's und GUNDERMANN's in betreff der Minimaltemperatur für das Eintreten und Anhalten der Gasbildung noch Raum zur Vermutung, daß wir sogar mit der Tätigkeit verschiedener Gruppen von thermophilen Bakterien zu rechnen haben, 40 mit solchen, die schon bei 40—45 ° C wirken, und derartige kennen wir schon genug, und dann mit solchen, die erst bei 80 ° C sich betätigen. Und Organismen der letzteren gibt es, entgegen CLAASSEN's (2) Meinung, ohne Zweifel wohl manche; der *Bacillus Ludwigii* hat nach den heute vorliegenden Beobachtungen das Maximum der erträglichen Temperatur 45 bei 80 ° C, und nichts berechtigt zu der Annahme, daß es nicht auch noch Arten gebe, welche bei dieser Temperatur sich noch lebhaft betätigen. Gerade das Studium der Schaumgärung kann unsere noch so lückenhaften und auf S. 448 und S. 606 des Ersten Bandes zusammengestellten Kenntnisse über thermophile Mikroorganismen noch sehr er- 50 weitern.

In der Deutung des Chemismus der in Rede stehenden Unterart von Schaumgärung ist CLAASSEN am weitesten vorgedrungen, ohne jedoch

den letzten, entscheidenden Schritt zu wagen: er hat, entgegen den Behauptungen anderer Experimentatoren, zwar festgestellt, daß nicht der Zucker das Material für die Gasbildung abgibt, hat aber nicht gesagt, welcher Nichtzuckerstoff dazu herhalten müsse. Und doch liegt das Ge-
5 suchte so nahe. In Anbetracht der reichlichen Ergiebigkeit der Gasbildung, die in einem von jenem Forscher untersuchten Falle zu 6,8 Kubikmeter (gleich 10,6 Kilogramm) aus 18,5 Kubikmeter Füllmasse bestimmt wurde, wird man mit einem in größerer Menge vorhandenen Nichtzuckerstoff zu rechnen haben. Und da kommen nun vor allem die Amino-
10 säuren in Betracht; an solchen sind die Füllmassen, und noch mehr die Sirupe und Melassen, verhältnismäßig reich. Seitdem durch C. Scheibler (2 u. 11) in den Jahren 1866 und 1869 die Asparaginsäure und deren nächst höhere Homologe, nämlich die Glutaminsäure, aus Melasse abgeschieden worden sind, haben wir, insbesondere durch Lippmann's (7)
15 Bemühungen, als Bestandteile der in Rede stehenden Zwischenprodukte noch eine Reihe verwandter Aminosäuren kennen gelernt, welche entweder schon als solche im Rübensaft vorhanden waren oder aber erst während der Scheidung, der Saturation, des Verdampfens und des Verkochens teils aus Proteinen teils aus ihren Amiden durch die Einwirkung
20 des Kalkes, der Kohlensäure (schwefligen Säure) und der Hitze abgespalten werden, so z. B. das Leucin, das Tyrosin u. e. a. Nun ist bekannt und wird auf S. 103 und 112 des Dritten Bandes auch etwas eingehender dargelegt werden, daß manche Aminosäuren durch Bakterientätigkeit derart zersetzt werden können, daß aus ihnen Kohlensäure
25 abgespalten wird. In Hinblick auf diese Tatsache wird es also nicht ganz ungerechtfertigt erscheinen, wenn zu Beginn dieses Paragraphen für das durch Kohlensäure-Entwicklung zustande kommende Schäumen der Füllmassen usw. die Bezeichnung Amidgärung vorgeschlagen wurde, schon deswegen, um von ihr kurz reden und sie durch einen eigenen
30 Ausdruck von der ihr gegenüberstehenden Salpetergärung sondern zu können.

Durch die Wahl dieser Bezeichnung soll aber nicht auch behauptet werden, daß bei der in Rede stehenden Art der Schaumgärung nur die Aminosäuren allein gespalten würden. Im Gegenteil, es spricht heute
35 schon sehr viel für die weitere Annahme, daß, je nach Sachlage, auch noch mancherlei andere Zersetzungen sich einstellen können, so vor allen eine solche der stickstofflosen organischen Säuren, von denen insbesondere Lippmann (8) uns genauere Nachweisungen erbracht hat, und über deren möglichen Abbau durch Bakterien man die Bemerkungen auf S. 420 des
40 Ersten Bandes und die Angaben im 21. Kapitel des Fünften Bandes nachlesen möge. Unbekannt ist auch das Schicksal der Nucleinbasen überhaupt und der Purinbasen insbesondere, über deren Vorkommen in Rübensäften man Lippmann (8 u. 11) vergleiche. In Hinblick auf die Möglichkeit des Vorkommens von Zuckersäure und Schleimsäure in Nach-
45 produkten sei in diesem Zusammenhange auch darauf hingewiesen, daß zufolge Ciszkiewicz (1) und Lippmann (9) Ammoniumsalze dieser zwei Säuren durch Spaltpilzwirkung derart zersetzt werden, daß freies Pyrrol auftritt. Das durch C. Scheibler (2 und 10) schon im Jahre 1866 im Rübensaft bemerkte und drei Jahre darauf unter dem Namen Betain
50 genauer beschriebene Trimethylglycocoll, welches im Verlaufe der Reinigung des Saftes nicht abgeschieden werden kann, sammelt sich in den Füllmassen und noch mehr in den Melassen in reichlicher Menge (bis 0,9 bezw. 4,7 Proz.) an und wurde für eine der Ursachen der so oft be-

merkten üblen Folgen einer Fütterung des Viehes mit übergroßen Mengen von Melasse (s. S. 371) gehalten, obgleich dessen Harmlosigkeit zufolge C. Scheibler (10) schon im Jahre 1870 durch O. Schultzen und seitdem wiederholt, so in letzter Zeit durch A. Velich (2), dargetan worden ist; ob es nicht aber doch indirekt dadurch gefährlich werden kann, daß es, auf dem Umwege über das ihm nahe verwandte Cholin, durch Bakterienwirkung (s. Bd. III, S. 112) in das sehr stark giftige Neurin übergeht, bleibt noch zu untersuchen. Uebrigens ist auch das Cholin selbst, und zwar zuerst durch Lippmann (14), in Melasse nachgewiesen worden, wahrscheinlich aus dem Lecithin hervorgegangen, das ja ein Bestandteil der Rübe ist.

Durch die Kohlensäureblasen werden auch noch andere Bestandteile der schäumenden Zwischenprodukte an die Oberfläche getragen; so fand Scheibler (6) in derartigem Schaum auch Dextran, und Lippmann (14) fand neben letzterem noch Cholesterin und Fettsäuren vor. Möglicherweise kann in ihm ab und zu die von Andrlík und Votoček (1) nicht bloß in Rüben und Säften sondern (zu einem geringen Teile) auch in Melassen entdeckte Rübenharzsäure enthalten sein. Zukünftige Forschung wird, das läßt sich heute schon voraussagen, die Schaumgärung als ein mannigfaltiges Nebeneinander und Nacheinander von Zersetzungsvorgängen erweisen und wird gut tun, dem Schicksal der organischen Nichtzuckerstoffe genauer nachzugehen, über welch letztere wir A. Rümpler (2) eine zusammenfassende Darstellung verdanken.

Das als Steffen'sche Ausscheidung bekannte Verfahren zur Entzuckerung der Melassen (s. S. 480) beruht darauf, daß durch allmählichen Zusatz von gepulvertem Aetzkalk zu verdünnter und bei höchstens 15 ° C gehaltener Melasse zunächst lösliches Monocalciumsaccharat ($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3\,CaO + 2$ aq) und weiterhin unlösliches Tricalciumsaccharat (Zuckerkalk) sich bildet, welches mittelst Filterpressen dann abgetrennt wird, um, wie dies meist der Fall ist, dem rohen Rübensaft bei der Scheidung anstatt Kalkmilch zugesetzt zu werden, und zwar in Gestalt einer Aufschlämmung in Wasser. Ein Hinweis auf die *Zersetzlichkeit des Zuckerkalkes* wird also darum von Interesse sein, und zwar nicht nur für den Zuckertechniker, der solche Aufschlämmungen aus irgend einem Grunde stehen lassen muß, sondern auch für den Analytiker, welcher Proben zur Analyse zugestellt bekommt. Die Beobachtung der anscheinend freiwilligen Zersetzung des dreibasischen Kalksaccharates ($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3\,CaO + 3$ aq) ist schon von Braconnot (1) gemacht und durch Bodenbender (1), Stammer (1), Behaghel (1) u. a. bestätigt worden. Lippmann (2) fand in einer durch fünf Jahre aufbewahrten Probe gar keinen Zucker mehr vor, der Kalk war zu einem großen Teile an Kohlensäure, Ameisensäure, Essigsäure und Oxalsäure gebunden. Möglicherweise waren da Bakterien am Werke gewesen. Weniger wahrscheinlich, wenngleich nicht ausgeschlossen, ist dies für einen zweiten durch Lippmann (10) beobachteten Fall der Zersetzung von Zuckerkalk in alkoholischer Aufschwemmung, in welcher während deren zweijährigen Aufbewahrung sich Acetondicarbonsäure gebildet hatte. Derartige leicht zersetzliche Abkömmlinge des Acetons scheinen, nach desselben Forschers Mitteilung, auch beim Stehen der noch Trisaccharat enthaltenden Restlauge von der Melassenentzuckerung manchmal aufzutreten. Inwieweit auch die Arabinsäure, deren Kalkverbindung im Zuckerkalk der Melassen-Entzuckerung schon durch A. von Wachtel (1) vermutet und dann durch

Lippmann (12) nachgewiesen wurde, einer Vergärung beim Stehen des Zuckerkalkes zugänglich ist, bleibt noch zu untersuchen.

Den in den Abfall-Laugen von der Melassen-Entzuckerung nach dem Ausscheidungsverfahren zum größten Teile in Gestalt von Amino-5 säuren vorhandenen Stickstoff (insgesamt 4—5 Proz. auf Trockenrückstand bezogen) dadurch leicht abscheiden und gewinnen zu können, daß man ihn durch Bakterienwirkung in Ammoniak und Alkylamine umwandelt, hat zuerst K. Andrlík (4) unter Verwendung von Reinzuchten von *Bacillus subtilis, B. Megaterium, B. ramosus, B. mycoides* und *Bacterium* 10 *vulgare (Proteus vulgaris)* versucht. In unverdünnter Abfall-Lauge wirkten sie nur träge, in verdünnter schon besser; in letzterer waren durch *Bac. Megaterium*, als den eifrigsten, nach drei Monaten ungefähr zwei Drittel des zu Anfang vorhandenen Stickstoffes in Ammoniak und Amine (vorwiegend Trimethylamin) übergeführt worden, und zwar hauptsächlich 15 auf Kosten des Betains. Der genannte Forscher tut unrecht, wenn er dieses Ergebnis gering einschätzt; eine weitere Verfolgung dieser Frage wird ihn voraussichtlich zu weit besserer Ausbeute führen, und zwar dann, wenn er einerseits tüchtigere Amidzersetzer, als jene obgenannten es ja erfahrungsgemäß sind, zur Wirkung bringen und andrerseits durch 20 Kalkzugabe für ausgiebige Abstumpfung der, wie ja er selbst festgestellt hat, bei jenem Abbauvorgang in großer Menge entstehenden organischen Säuren vorsorgen wird, gegen die, wie man weiß (s. Bd. I, S. 361 u. 375, und Bd. III, S. 99), die Fäulnisbakterien sehr empfindlich sind.

§ 122. Zersetzungen im Rüben-Rohzucker und in der Raffinade.

25 Der aus der Centrifuge ausgehobene Rohzucker (s. S. 480) wird zwecks Zerteilung etwa vorhandener Knoten durch ein Sieb getrieben und dann sofort in einen als Zuckerboden bezeichneten Raum gebracht. Hier stellt man durch Mischen der nach und nach anwachsenden Zuckerhaufen eine gleichmäßige Durchschnittsware her, die dann des Ankaufes 30 durch die Raffinerie harrt, in welcher sie schließlich auf Konsumzucker (Raffinade) verarbeitet wird. In der Zwischenzeit lagert nun der Rohzucker entweder in der Rohzuckerfabrik oder beim Verfrächter oder in einem öffentlichen Lagerhaus oder in der Raffinerie. Die Frage, ob er dabei Veränderungen erleide, ist von großer Tragweite. Der Raffineur 35 bewertet den Rohzucker nur nach der Menge jener Saccharose, die er als Raffinade wiedergewinnen kann; er bezahlt ihn also nach dieser Ausbeute, dem Rendement, d. h. es wird von dem durch Polarisation ermittelten Saccharose-Gehalt das Fünffache des Aschengehaltes in Abzug gebracht, so daß z. B. ein Rohzucker, der 0,80 Proz. Asche und laut 40 Polarisation 95,0 Proz. Saccharose enthält, ein Rendement von 91,0 Graden hat. Dieses Rendement kann nun beim Lagern einen Rückgang dadurch erleiden, daß Saccharose zersetzt wird und Invertzucker entsteht. Ebenso wie die Aschensalze ist auch dieser ein Melassenbildner, d. h. er hindert in der Füllmasse für Raffinade dann eine entsprechende Menge von 45 Saccharose am Auskristallisieren, drückt also die Ausbeute herab, so zwar, daß schon ein Rohzucker mit 0,05 Proz. Invertzucker nach Handelsgebrauch nicht mehr übernommen zu werden braucht. Mit dieser Veränderung geht eine zweite einher, nämlich das Sinken der Alkalität des Rohzuckers, die nicht bloß bis zum Neutralitätspunkt schwinden, sondern 50 sogar in eine dann stark anwachsende Säurigkeit umschlagen kann. Und

ist erst einmal diese Wendung eingetreten, dann schreitet die Invertierung der Saccharose rasch vor. Aus diesem Grunde ist eine weitere Bedingung der Lieferbarkeit von Rohzucker, daß er (gegen Phenolphtalein) deutlich alkalisch reagieren müsse.

Das Zurückgehen des Rendements des Rübenrohzuckers während des Lagerns ist erst seit jener Zeit, und zwar in immer steigendem Maße, bemerkt worden, seit der man die Alkalität der Säfte (und also auch der Füllmassen und Rohzucker) in der Rohzuckerfabrik immer mehr hinabdrückte, d. h. das Saturieren viel weiter trieb. A. Stift (1) hat im Jahre 1890 achtzehn Proben von Rüben-Rohzuckern aus den Jahren 1828 bis 1843 untersucht, also aus einer Zeit stammend, in welcher viel stärker alkalisch gearbeitet wurde, und hat deren fünfzehn noch alkalisch und frei von Invertzucker befunden, während hingegen von acht weit jüngeren Proben aus dem Jahre 1873 nur eine noch deutlich alkalisch reagierte und keine einzige frei von Invertzucker war. Schon im Jahre 1869 hatte Dubrunfaut (2 u. 3) in Rüben-Rohzucker die Anwesenheit von Invertzucker bemerkt. Seitdem ist das Filtrieren der Säfte über Knochenkohle in der Rohzuckerfabrik aufgegeben worden und hat der mechanischen Filtration und der Einführung der schwefligen Säure in die Saturation weichen müssen, und die Alkalität der Säfte und Füllmassen ist nun weit geringer als zu jener früheren Zeit. Es war W. Bartz (1), welcher im Jahre 1883 auf Fälle aufmerksam machte, in denen „gut aussehende Kornzucker (Rohzucker), die nach dem Verfahren mit schwefliger Säure gewonnen waren, in sehr kurzer Zeit um einige Prozente in der Polarisation zurückgegangen“ waren, und er meinte, daß dieses Verhalten den meisten „geschwefelten“ Zuckern eigen sei. Die zur Prüfung dieser Vermutung durch H. Bodenbender (3) und P. Degener (1) alsbald unternommenen Untersuchungen führten zu der Feststellung, daß es auf die Haltbarkeit der Rohzucker ohne Einfluß ist, ob diese mit oder ohne Filtration über Knochenkohle bezw. ohne oder mit Verwendung von schwefliger Säure hergestellt worden sind, vorausgesetzt, daß ihre Reaktion schwach alkalisch ist. Der Ausschaltung des so sehr mißlichen Spodiumfilters war damit der Weg geebnet. Und als dann im Jahre 1893 der Verzicht darauf allgemein geworden war, konnte F. Strohmer (3) durch neue Versuche dartun, daß für die Haltbarkeit des Rohzuckers es gleichgültig ist, ob er mit oder ohne Knochenkohle und mit oder ohne schweflige Säure bereitet worden war, und daß ein in einem trockenen Raume aufbewahrter Rohzucker mit nicht mehr als 3 Proz. Wassergehalt zum mindesten ein Jahr sich unverändert erhält, sofern er von Anfang an genügend Alkalität (0,033 Proz. CaO) hat. Ein schwächerer als der eben angegebene Grad von Alkalität hingegen genügt nicht; denn Strohmer (1) selbst hatte schon im Jahre 1887 über Rohzucker mit einem Invertzuckergehalt von 0,06 Proz. und einer Alkalität von 0,016 Proz. berichtet. Lippmann (4) trat jenem Standpunkte bei und berichtete, daß in den Rohzuckern, die in der von ihm geleiteten Raffinerie eingelagert waren, das Rendement durchschnittlich um 0,25 Proz. gesunken war; auch er machte die geringe Alkalität dafür verantwortlich. Rydlewski (1) erhärtete Strohmer's Feststellung auch für jenen Fall, in welchem zur Vermehrung der Ausbeute an fertigem Erstprodukt die aus den Rohzucker-Centrifugen ablaufenden Sirupe wieder in den Betrieb eingeführt werden, und forderte, ebenso wie schon Lippmann zuvor, daß die Rohzuckerfabriken ihre Füllmassen auf Alkalität prüfen sollen. Daß eine zuverlässige chemische

Feststellung des eingetretenen Rendement-Rückganges nur an einer richtig entnommenen Probe vorgenommen werden kann, war schon durch WEINZIERL (1) betont worden, welcher auf das allmähliche Aussaigern des den Zuckerkristallen anhangenden Sirups und dessen Hinabsinken
5 nach den untersten Schichten des Rohzuckerhaufens hingewiesen hatte.
Als Verursacher der Zersetzung hatte schon DUBRUNFAUT die Mikroorganismen erklärt, die im Rohzucker vorhanden sind, und spätere Forscher, wie STROHMER u. a., waren der gleichen Meinung. Nur E. DURIN (3) hielt die Entstehung des Invertzuckers für eine rein
10 chemische Hydrolyse, die durch die Einwirkung der Hitze zustande komme. DRENCKMANN (3) machte peptonisierte Eiweißkörper, welche auf den Zuckerkalk und die Zuckeralkalien im Rohzucker eine zu Milchsäurebildung führende „fermentative Wirkung“ ausübten, verantwortlich. LIPPMANN (4) wies sowohl auf die Entstehung von Invertzucker aus
15 Saccharose durch Bakterientätigkeit hin, als auch auf das Sinken der Alkalität beim Lagern infolge der Abspaltung und Verflüchtigung von Ammoniak aus Aminoverbindungen und der Oxydation von Thiosulfaten. Es war nun L. JESSER (1), der im Jahre 1898 dann die Fragestellung verfeinert hat. Bis dahin war all dasjenige des gelagerten Rohzuckers,
20 was auf FEHLING'sche Lösung reducierend einwirkte, als Invertzucker aufgeführt worden. Und weil mit diesem Reagens eine geringere Menge als 0,05 Proz. dieses Zuckers nicht mehr mit Bestimmtheit nachzuweisen ist, hatten bis dahin die früheren Stufen der Zersetzung nicht erkannt und studiert werden können. Darum führte er, ohne auf jenes erstere
25 Hilfsmittel zu verzichten, daneben noch ein zweites, empfindlicheres, nämlich Alkali in der Siedehitze, ein und bestimmte die Acidität der Säuren, die durch dieses Reagens aus gewissen Nichtzuckerstoffen hervorgehen. Er kam so zu dem Schlusse, daß Mikroorganismen die wirkende Ursache der Veränderungen in dem lagernden Roh-
30 zucker seien, welch letztere je nach der Fähigkeit der Gärerreger verschieden ausfallen können. Als Vorbeugemittel empfiehlt er Reinlichkeit, Trockenheit und Kühlhaltung der Lagerräume. Die ein Jahr darauf durch EDM. und RAYM. VAN MELCKEBEKE (1 u. 2) veröffentlichte Arbeit brachte keine wesentlich neuen Aufschlüsse; sichtlich
35 unter dem Einfluß einer vorausgegangenen Abhandlung GILLOT's (1) wurden Infektionsversuche mit Schimmelpilzen und nicht mit Bakterien angestellt, welch letztere (und möglicherweise auch Hefen) doch hier viel mehr, wenn nicht sogar ausschließlich und allein, in Betracht kommen. Die Unzulänglichkeit dieser preisgekrönten Versuche
40 hat schon AULARD (1) bemängelt; er selbst aber irrte nicht weniger, wenn er aussprach, daß die Zucker die Ursache ihres Verderbens nicht in sich selbst trügen, sondern daß die Untauglichkeit der Lagerräume allein schuld sei. Eine Kritik der alkalimetrischen Methode JESSER's zur Bestimmung säurebildender Substanzen im Rohzucker hat zwei Jahre
45 darauf TH. KOYDL (1) in einer Abhandlung geliefert, in welcher dargetan wird, daß in dem Falle eines auf nahezu zwei Jahre ausgedehnten Lagerns auch eine hohe Alkalität in der Regel nicht imstande ist, das Eintreten von Zersetzung zu verhindern, sondern daß sie das Ausmaß der eingetretenen Zerstörung durch Abbau des entstandenen Invertzuckers zu
50 schwächer reducierenden Spaltprodukten zum größten Teil zu verdecken vermag, so daß also der Schein einer nicht weit gegangenen Zersetzung vorgetäuscht wird, sofern diese letztere, wie meist üblich, nach der Höhe des Reduktionsvermögens der Probe beurteilt wird. Durch diese Ver-

suchsergebnisse ist auch GRÖBE's (1) Behauptung beseitigt, daß schon eine Alkalität von 0,02 Proz. dauernde Haltbarkeit verbürge. JESSER's Auffassung der Veränderungen in dem lagernden Rohzucker als eines sehr verwickelten Vorganges der Zersetzungstätigkeit verschiedenartiger Gärerreger fand bald eine Bekräftigung durch F. STROHMER (5), welcher im Jahre 1903 ein Rohzucker-Erstprodukt zur Untersuchung bekommen hatte, dessen Polarisation von 96 auf 90 gesunken war, und das 3,6 Proz. Invertzucker aufwies, aber dennoch deutlich alkalisch war. Im gleichen Jahre berichtete A. HERZFELD (7) über eingehende Versuche; auch er kam zu dem Schlusse, daß der Grad der Alkalität allein nicht als zuverlässiger Maßstab für die Haltbarkeit gelten könne. Und auch NEUBAUER (1) klagte über schlimme Erfahrungen: in einem im Magdeburger Hafenspeicher eingelagerten tadellosen Erstprodukt ging binnen elf Monaten das Rendement von 91,8 auf 78,5 und der Saccharosegehalt von 95,1 auf 91,4 Proz. hinab. Daß in havariertem Rohzucker, also in solchem, der durch einen Unfall mit Wasser durchfeuchtet ist, die schon im Jahre 1877 durch U. GAYON (1) als wahre Gärung erklärte Zersetzung der Saccharose noch viel rascher verlaufen kann, hat F. STOLLE (1 u. 2) mehrmals festgestellt; in einem Falle verlor ein solcher binnen 48 Tagen 18,2 Proz. Saccharose.

Zur Verhütung der Zersetzung wird empfohlen, den Rohzucker, sobald er von der Centrifuge kommt, gleich abzukühlen und weiterhin bei niedriger Temperatur zu halten, wie auch, ihn nicht in großen Haufen anzusammeln, in denen, wie WASILIEFF (1) bemerkt hat, leicht Selbsterhitzung und Selbstentzündung (s. Bd. I, S. 619) eintritt, sondern in Säcke zu füllen; man vergleiche darüber STROHMER (5), HERZFELD (7) und GREDINGER (1).

Die Graufärbung der Rohzucker und Füllmassen bleibt hier außer Betracht. Sie kommt zufolge HERZFELD und GOLDBACH (1) und O. KÖHLER (1) durch rein chemische Ursachen zustande, und zwar, wie HERZFELD (6) gezeigt hat, durch einen durch unachtsames Saturieren der Säfte verschuldeten Gehalt an Eisenoxyd, welches, wie schon C. SCHEIBLER (1) festgestellt hatte, in jenen in Gestalt einer Eisenoxyd-Zuckerkalk-Verbindung vorhanden und in der Asche solch mißfarbigen Zuckers in der Menge von 2—4 Proz. durch DRENCKMANN (1) nachgewiesen worden ist. MUNIER (1) hingegen meinte die Erscheinung auf Anwesenheit von Schwefelalkalien zurückführen zu sollen, und ANDRLÍK und PÁNEK (1) hatten einen vorhandenen, eigenartigen, auch in sauren Flüssigkeiten löslichen Farbstoff als Ursache erklärt. In rotfarbigen haselnußgroßen Klümpchen in einem Nachprodukte fand A. B. FRANK (1) ein reich entwickeltes Geflecht von kräftigen septenlosen Hyphen eines (nicht genau bestimmten) Fadenpilzes, deren Protoplasma an manchen Stellen durch einen (in Wasser löslichen) Farbstoff rot gefärbt war, den vermutlich die neben jenem Eumyceten in großer Anzahl vorhandenen Spaltpilze hervorgebracht hatten; als wahrscheinliche Quelle dieser Ansteckung und Förderin ihrer Entwicklung erachtete HERZFELD (4) eine Verunreinigung des Zuckers mit Sirupteilchen. Inwieweit an dem gefürchteten, weil den Verkäufer schädigenden Nachdunkeln das Brenzkatechin mit Schuld trägt, das nach LIPPMANN (15) ab und zu im Rohzucker vorhanden ist, wie auch, ob an dessen möglichen Zersetzung sich Mikroorganismen beteiligen, bleibt noch zu untersuchen. Das Auftreten von Vanille-Geruch sowohl in den Rohzuckern der Rübenzuckerfabriken als auch, und zwar besonders häufig und stark, in Kolonial-

zucker, und also auch in der Luft der Lagerräume (Zuckerböden), ist zuerst durch SCHEIBLER (13) und durch LIPPMANN (1) auf die Anwesenheit von Vanillin zurückgeführt worden, dessen glycosidische Muttersubstanz, nämlich das Coniferin (s. Bd. I, S. 657), das durch LIPP-5 MANN (17) als löslicher Bestandteil des Zellgerüstes der Rübe nachgewiesen worden ist, beim Kochen des Rohsaftes mit Kalk gespalten wird: es bliebe aber noch zu untersuchen, ob nicht ein unzersetzt gebliebener Teil des Coniferins erst während des Lagerns des Rohzuckers durch dessen Keime gespalten wird (vergl. Bd. I, S. 645) und Vanillin frei gibt. 10 Eine andere Art von Nachdunklung, die aber schon in den Säften eintritt, meinte DRENCKMANN (2) auf den Zerfall eines glycosidischen Gerbstoffes (s. Bd. I, S. 661) zurückführen zu sollen.

Ueber die Flora der Rüben-Rohzucker wissen wir derzeit noch nicht viel. Ueber die Größe des Keimgehaltes hat zuerst O. LAXA (2) 15 im Jahre 1900 einige Ermittlungen angestellt; er fand in einem Erstprodukt im Gramm „unzählige Keime“ vor, darunter 306 von *Clostridium gelatinosum*, in einem Zweiten Produkt 3388 bezw. 821, und in einem Dritten Produkt 39500 Keime, die zumeist Sarcinen waren. ZETTNOW (1) hat drei Jahre darauf 38 Proben von Rohzuckern aus sieben deutschen 20 Fabriken mittelst Plattenzuchten auf 2-proz. Traubenzucker-Agar untersucht und in deren Mehrzahl „unzählige“ Keime vorgefunden; von 14 sauren Proben enthielten neun auch Schimmelpilzsporen, von 24 alkalisch reagierenden nur sieben, der *Leuconostoc* hingegen konnte in keiner einzigen nachgewiesen werden, ebensowenig andere knorpelig wachsende 25 Stäbchen- oder Kokken-Arten. Ueber umfassendere Untersuchungen hat dann A. SCHÖNE (4) im Jahre 1906 berichtet. Der Keimgehalt hielt sich in 19 geprüften Rohzuckern aus der Campagne 1903/4, die wohl alle schon längere Zeit gelagert hatten und von denen elf gegen Phenolphtalein alkalisch und acht sauer reagierten, zwischen 400 und 16000 30 im Gramm. Die sauren Proben waren meist keimreicher. Die Probe mit der größten Keimzahl hatte auch den höchsten Feuchtigkeitsgehalt aufgewiesen. Gegenüber gegenteiligen Behauptungen anderer Forscher betont SCHÖNE wohl mit Recht, daß gerade die Größe des Feuchtigkeitsgehaltes von wesentlichem Einflusse auf die Haltbarkeit des Rohzuckers 35 ist, und schlägt demnach 2,5 Proz. als höchsten zulässigen Gehalt vor. Er weist auch darauf hin, daß die alkalische Reaktion des Rohzuckers, die ja im Interesse der Verhütung von Inversion gelegen ist, andrerseits dadurch gefahrbringend sei, daß sie die Entwicklung säurescheuer Bakterien begünstige. Die in den Proben aufgefundenen Organismen son-40 derte er zu vier Gruppen. Eumyceten traten nur in wenigen Arten auf, unter diesen am häufigsten das säuernde und kräftig invertierende *Penicillium glaucum* (s. Bd. IV, S. 250), seltener und sehr selten Arten aus den Gattungen *Aspergillus* und *Mucor* und einmal eine *Monilia* und ein Sproßpilz (Hefe). Die Kokken machten die Hauptmenge der auf den 45 Nährgelatine-Platten (10-proz. Gelatine mit 20 Proz. Erstprodukt) entstandenen Kolonien aus und sollen harmlos sein; in zwei Fällen war der *Leuconostoc (Streptococcus) mesenterioides* vorhanden, den übrigens schon P. DAEUMICHEN (1) in den hanfkorngroßen, braunen Schleimklümpchen aufgefunden haben wollte, die in einem nach STEFFEN's Auswasch-Ver-50 fahren gewonnenen Osmosezucker aufgetreten waren. Unter den sporenbildenden Stäbchen-Arten, als der dritten Gruppe der Organismen in SCHÖNE's Rohzuckern, fehlten niemals solche (nicht genau gekennzeichnete) Arten, welche dem *Clostridium gelatinosum* und dem *Semi-*

clostridium commune nahe verwandt sind. Die Stäbchen-Arten ohne Sporenbildungsfähigkeit schließlich verteilten sich hauptsächlich auf Arten aus dem Verwandtenkreise des *Bact. coli commune*. Die meisten der Vertreter aus der ersten, dritten und vierten Gruppe invertieren die Saccharose und vermögen diese noch in der Konzentration von 40 bis 50 Proz. zu ertragen, ja bei einigen trat sogar bei 60 Proz. noch Wachstum auf Nährgelatine ein.

Die Bildung von Invertase durch Bakterien ist schon durch Cl. Fermi und G. Montesano (1) eingehend studiert worden; von den durch diese beiden Forscher geprüften fünfzig Arten vermochten nur vier in gezuckerter, neutraler oder schwach alkalischer Bouillon invertierend zu wirken, nämlich *Bac. Megaterium*, *Bac. fluorescens liquefaciens*, *Bac. kiliensis* und *Proteus vulgaris*, hingegen wurden *Bacillus subtilis*, *Bact. coli commune* u. a. als unfähig befunden. Schöne (2) hingegen schreibt dem *Bac. subtilis* und dem *Bac. mesentericus fuscus* die Fähigkeit zur Bildung invertierenden Enzymes zu, die auch den meisten der in § 118 und § 119 genannten Schleimbildner zukommt. Eine tiefgreifende kritische Vergleichung der Invertasen der Bakterien mit derjenigen der Hefe (s. Bd. IV, S. 407) fehlt bisher noch.

An dem sogen. Feuchtwerden der Raffinaden sind wohl hauptsächlich Bakterien beteiligt, welche sowohl kräftig zu invertieren vermögen als auch imstande sind, in hochkonzentrierter Saccharoselösung (Deckklärsel) auszuhalten. Nachdem zuvor schon J. Stein (1) einige Bemerkungen über diese schlimme Störungserscheinung gemacht hatte, wurde sie dann im Jahre 1869 durch J. Renner (1) genauer studiert. Ihr Wesen besteht darin, daß die Raffinade, nachdem sie zuvor in der Trockenstube vollkommen trocken geworden ist, an freier Luft nach und nach Feuchtigkeit anzieht, ihren hellen Klang beim Anschlagen und ihre Festigkeit verliert, weiterhin zerbröckelt und sogar ganz zerfällt. Stets konnte Renner in derartigen Fehlprodukten reichliche Mengen von Invertzucker nachweisen, und er macht für deren Entstehen eine Gärung verantwortlich. In einer Kritik zu Dubrunfaut's (3) Angaben betreffend den Invertzuckergehalt vieler Handelsraffinaden betonte J. Weinzierl (1) dann, daß dieser Gehalt nicht aus dem Rohzucker herstamme, und berichtete, daß in einem durch ihn beobachteten Falle die Spitze eines Hutzuckers nach einem feuchten Lagern durch sechs Monate einen Invertzuckergehalt von 2,27 Proz. aufwies. Ueber einen besonders bösen Fall dieser Art, in welchem der hohe Invertzuckergehalt derartig feucht gewordener Raffinade den Käufer auf den Argwohn eines böswillig vorgenommenen Zusatzes von Glucose und zu gerichtlicher Anzeige führte, berichtete A. Ladureau (1) im Jahre 1886; auch er deutete diese Erscheinung als Ergebnis einer Gärung, durch welche die Saccharose invertiert wird. A. Lam (1) hat im Innern der Stücke eines Konsumzuckers englischer Herkunft, der als mit Kartoffelstärkezucker verfälscht bezichtigt worden war, eine invertierende Spaltpilz-Art in reichlicher Menge vorgefunden.

Wie Lippmann (10) bemerkt hat, tritt bei der Herstellung des Kandiszuckers manchmal in der bei höherer Temperatur stehenden Füllmasse eine unerwünschte Säuerung auf, unter deren vielerlei Produkten ein wohlriechender unbekannter Stoff, Trioxybuttersäure und Hexepinsäure nachgewiesen wurden; letztere ist wahrscheinlich jener Säure isomer, welche Boutroux (1) als das Hauptprodukt der Vergärung einer kreidehaltigen Lösung von Glucose in Hefenwasser bei 35° C durch

den von ihm auf Blüten und Früchten aufgefundenen *Micrococcus oblongus* festgestellt und Oxygluconsäure ($C_6H_{12}O_8$) benannt hatte. A. HERZFELD und U. PAETOW (1) und HERZFELD (3) allein haben die Haltbarkeit der Sirupe der Raffinerien durch Zusatz einiger Pilzgifte, insbesondere 5 auch Flußsäure, zu sichern versucht, sind aber nicht zu befriedigendem Ergebnis gelangt. Angaben über den Keimgehalt der Sirupe (und Melassen) der Rohzuckerfabriken findet man bei O. LAXA (2).

Im Raffineriebetrieb wird noch hier und da die Knochenkohle zum Klären und Entfärben der Zuckerlösungen verwendet. Das Spodium- 10 filter ist nun begreiflicherweise ein sehr günstiges und also höchst gefährliches Feld für die Tätigkeit von Mikroorganismen, über deren Wirkung schon HORSIN-DÉON (1) einige praktische Beobachtungen gemacht hat. J. F. TEIXEIRA-MENDÈS (1) hat sich mit dem Studium der Zersetzungserreger bemüht und hat auch Beschreibungen gegeben, auf 15 deren Wiedergabe hier jedoch verzichtet werden muß, weil sie nicht auf Reinzuchten sich stützen. Hat die Knochenkohle einige Zeit als Filtermaterial gearbeitet, dann ist sie mit organischen Ablagerungen so sehr beladen, daß sie nicht mehr gut wirken kann und der sogen. Wiederbelebung (Regenerierung) unterzogen werden muß. Zu dem Zweck läßt 20 man sie eine freiwillig eintretende Gärung durchmachen, durch welche die Ablagerungen zersetzt werden, worauf man die Kohle wäscht und glüht und dann wieder verwenden kann. Ueber diese Spodiumgärung und auch über die in deren Verlaufe ab und zu eintretende Selbsterhitzung der Knochenkohle findet man auf S. 605 des Ersten Bandes 25 eine Bemerkung. Daß während dieser Gärung auch die Phosphate der Kohle angegriffen werden können und diese letztere also dadurch eine Aenderung ihrer Beschaffenheit erleidet, ist nach den Angaben auf S. 453 des Dritten Bandes wohl möglich. G. HODEK (1) meinte, daß man das Gären ohne Nachteil ganz unterlassen könne und also bloß auszuglühen 30 brauche. T. VON LEWICKI (1) hingegen hat sich geradezu ein Verfahren patentieren lassen, nach welchem man das Gären der erschöpften Knochenkohle im Filter selbst vornehmen lassen solle, und zwar unter künstlichem Zusatz von Zuchten geeigneter Gärerreger, dank welchen die Gärdauer auf wenige Stunden sich hinabdrücken lasse.

35 Daß Inversion auch in den Melassen eintreten kann, bedarf nach dem Gesagten keiner weiteren Bekräftigung; STROHMER (2), ANDRLÍK (3) u. a. haben dafür Belege geliefert. In einer alten, sauer reagierenden Raffinerie-Melasse hat LIPPMANN (9) Sorbit aufgefunden, welch sechswertiger Alkohol wohl ebenso durch Gärung entstanden 40 sein mag, wie dies vom Auftreten des Mannits (s. S. 462) sichergestellt ist.

§ 123. Störungserscheinungen bei der Verarbeitung des Zuckerrohres und in deren Produkten.

Die Widmung eines eigenen Paragraphen für die Betrachtung der 45 Störungserscheinungen, die durch Mikroorganismen bei der Verarbeitung des Zuckerrohres und in den aus diesem hergestellten Erzeugnissen hervorgerufen werden, geschieht vornehmlich im Hinblick auf jenen Punkt des Programmes des vorliegenden Handbuches, welcher die Aufdeckung von Lücken in unseren Kenntnissen und also die Aneiferung 50 zu weiterem Forschen betrifft. Denn nur eine selbständige Behandlung

unseres Wissens auf diesem Gebiete kann die vielen offenstehenden Fragen grell hervortreten lassen. Eine Uebertragung der im Bereiche der Rübenzucker-Verarbeitung gewonnenen Erfahrungen hierher ist nicht ohne weiteres möglich. Schon das Rohmaterial ist sehr verschieden: dort die Rübe, als ein aus dem Erdboden kommendes und also dessen besondere Flora dann in die Fabrik hineinschleppendes Wurzelgebilde, hier hingegen ein oberirdisch gewachsenes, der Luft und der Besonnung ausgesetztes Stammgebilde, dessen Eigenflora voraussichtlich ganz anders beschaffen sein wird. Weiter dann dort eine Behandlung des Rohstoffes im Diffuseur bei hoher Temperatur, hier hingegen in der Regel das Ausquetschen des Zellsaftes in Rohrmühlen bei gewöhnlicher (feucht-warmer) Lufttemperatur. Der Zusatz von Kalkmilch für die Zwecke der Scheidung des (stark sauren) Rohrsaftes wird meist so niedrig (bis 0,1 Proz.) bemessen, daß dieser eben gerade alkalisch reagiert. Während des Pressens werden die auf dem Rohre sitzenden Mikroorganismen durch den austretenden eiweißreichen Zellsaft abgewaschen, so daß also der erste Preßsaft (der Vorsaft) stark mit Keimen beladen wird.

Eingehendere Studien über die Eigenflora des Zuckerrohres würden also schon in dieser einen Hinsicht von Wert sein, sind jedoch, soweit der zuckertechnische Standpunkt in Betracht kommt, erst noch anzustellen. Was bisher an Beobachtungen vorliegt, betrifft fast ausschließlich Parasiten des Rohres, welche zwar für die Rohrzüchtung von großer Wichtigkeit sind, in vorliegendem Handbuche aber mit einigen kurzen Bemerkungen abgetan werden müssen. Zu jenen Schädlingen ist ein durch M. Raciborski (1) auf Java beobachteter Sproßpilz aus dem Formenkreise des *Saccharomyces apiculatus* zu zählen, wie auch ein durch Went (1) auf Java aufgefundener und *Thielariopsis aethaceticus* benannter Hyphomycet, welch letzterer die Glucose unmittelbar, Saccharose und Dextrin nach durchgeführter Hydrolyse, zu Alkohol, Essigsäure und Essigester vergärt und einen an Ananas erinnernden Riechstoff bildet, an dem auch die von der „Ananas-Seuche“ befallenen Stecklinge des Zuckerrohrs sofort zu erkennen sind. Der durch R. G. Smith (4 u. 5) regelmäßig im Gummifluß des Zuckerrohres aufgefundene, *Bacterium sacchari* benannte Spaltpilz ist ein an den Enden abgerundetes, begeißeltes Kurzstäbchen von 1—2 μ Länge und 0,6 μ Breite, das auch paarweise und zu Ketten vereint auftreten kann. Es gedeiht am besten bei 28° C, verflüssigt Gelatine langsam, reduciert Nitrate nicht und bedarf des Sauerstoffes zu seinem Wachstum. Auf Kartoffeln entwickelt es sich zu einem dünnen, trockenen, dunkelgelben Belag; in Milch ruft es binnen zehn Tagen Gerinnung und schwache Säuerung hervor. In saccharosehaltigen Nährböden bildet es geringe Mengen von Alkohol, Kohlensäure, Ameisensäure, Essigsäure, Bernsteinsäure, Palmitinsäure, Laurinsäure und Schleim, welcher hauptsächlich aus Galactan (s. Bd. I, S. 231) besteht, welches Kohlenhydrat, nebenbei bemerkt, in saccharosehaltigem Nährboden auch durch den *Bacillus Atherstonei* gebildet wird, den Smith (11) auf *Strychnos Atherstonei* aufgefunden hat.

Ueber das Schicksal der Flora des Rohsaftes während dessen Verarbeitung, über ihre Verminderung durch die Scheidung und ihre Vermehrung durch neu hinzutretende Keime liegt bisher nur eine einzige systematische Untersuchung vor, welche wir Dickhoff (1) verdanken. Dieser stellte fest, daß der Vorsaft sehr reich an Keimen ist, daß durch die Scheidung mit Kalk nicht Keimfreiheit zustande kommt und also

sowohl im Dünnsaft als auch im Dicksaft und in der Füllmasse lebende Keime vorhanden sind.

Das Auftreten des *Leuconostoc (Streptococcus) mesenterioides* in der Zuckerrohr-Verarbeitung ist zuerst durch H. Winter (1) genau studiert worden. Er konnte diesen Spaltpilz in Reinzucht aus den Schleimbildungen in dem Safte einer javanischen Zuckerfabrik gewinnen. Dieser indische *Leuconostoc* wich zwar in einigen Punkten von dem aus Rübensaft in Europa durch Liesenberg und Zopf abgeschiedenen (s. S. 465) ab, so darin, daß er bei 37 ° C noch recht gut, der europäische aber nur noch sehr kärglich wuchs, wie auch darin, daß er bei Anwesenheit von 5 Proz. Chlorcalcium etwas weniger gut als dieser gedieh; dennoch liegt hier ein und dieselbe Art vor, die man höchstens in zwei Varietäten, eine europäische und eine indische, spalten dürfte. Im Jahre 1893 gab Winter (2) dann einen ausführlicheren Bericht über seine Versuche zur Bekämpfung dieses Schädlinges, der in einer javanischen Fabrik unheimlich rasch zu starker Wucherung gelangt war und schon in den Rohrmühlen in kleinen Mengen, viel reichlicher aber dann in den Saftgefäßen, in den Pumpen und Rohrleitungen zu finden war, welch letztere er geradezu verlegte und verstopfte, und in einem Falle binnen wenigen Stunden eine Schleimmasse von ungefähr einem halben Kubikmeter entstehen ließ. Bestreichen mit Kalkmilch erwies sich als nutzlos. Es wurde nun zu der damals in der Spiritusbrennerei (s. S. 460) sehr beliebten Flußsäure, und zwar in einprozentiger Auflösung, gegriffen, und sie half rasch. Später wurde an Stelle der stark ätzenden Säure das Fluorammonium versucht und auch als tauglich befunden. Winter macht auch noch die Bemerkung, daß die javanischen Arbeiter aus dieser Schleimbildung sich eine Speise zu bereiten pflegen. Daß der Erfolg einer Anwendung des letztgenannten Giftes nur bei verständiger Arbeitsweise zu erreichen ist, daß man also z. B. vor dessen Einführung gründlich mit Wasser waschen müsse, hat dann G. E. Otto (1) betont, welcher dieses Hilfsmittel auf Grund erfreulicher Erfahrung angelegentlich empfahl. Winter (4) pflichtete jenem Vorbehalt dann auf Grund der Mitteilungen einer Fabrik bei, in welcher der genannte Schädling erst dann sich geltend machte, als der Rohrsaft zwecks seiner Scheidung mit Kalk versetzt und also alkalisch gemacht worden war, welche Reaktion ja, wie schon auf S. 465 bemerkt wurde, jenem sehr erwünscht ist. Auf diesen Einfluß wies im Jahre 1898 dann H. C. Prinsen Geerligs (3) in einem Berichte hin, in welchem auch Bemerkungen über den Einfluß dieser Schleimbildung auf die Beschaffenheit und Tauglichkeit der von ihr heimgesuchten Säfte zu finden sind. C. A. Browne (2) zufolge ist die in der Rohrverarbeitung in Lousiana in Nordamerika am öftesten beobachtete Zersetzung das Schleimigwerden der Rohrsäfte, das durch *Leuconostoc (Streptococcus) mesenterioides* verursacht wird. Dessen Dextranbildungen hat Browne chemisch untersucht. Er führt auch das Vorkommen von Mannit in derart zersetzten Säften auf jenen Gärerreger zurück, was aber wohl noch zu beweisen wäre. Die Verwendung des Formaldehydes zur Vergiftung der Säfte und dadurch mittelbar die Erhöhung der Haltbarkeit der Rohzucker hat J. A. Simpson (1) empfohlen.

Das *Bacterium xylinum*, das im 19. Kapitel des Sechsten Abschnittes des Fünften Bandes unter den Essigsäurebakterien genauer zu beschreiben sein wird, kann zufolge C. A. Browne (1) den Rohrsäften verderblich werden. Es bildet bei Luftzutritt große Mengen von Cellulose aus Saccharose und soll in Louisiana oft auftreten.

Bacillus levaniformans wurde durch R. G. Smith (1) im Jahre 1901 eine aus schleimig gewordenem Zuckerrohrsaft abgeschiedene aerobe Spaltpilzart benannt, von welcher eine Anzahl (60) von Rassen (Varietäten) aufgefunden werden konnten, die insbesondere durch die Abmessungen der Zellen (2—6 μ Länge, 0,4—1,3 μ Breite) voneinander abweichen, alle 5 aber Eigenbewegung und Sporenbildung aufweisen, die am reichlichsten und schnellsten bei 37 ° C eintritt, Gelatine schwach verflüssigen und Saccharose invertieren. Die Sporen ertragen das Kochen in Zuckerwasser durch mehr als fünf Stunden. Bei Anwesenheit von Saccharose (aber nicht auch Dextrose, Lävulose, Maltose, Lactose oder Stärke) im 10 Nährboden bildet es Schleim, dessen Entstehen durch Pepton stark begünstigt wird. Der Schleim ist wahrscheinlich durch Zerfließen der Kapsel der Zellen entstanden, ist linksdrehend, liefert bei der Hydrolyse Lävulose und wurde Levan benannt. Nebst diesem Gummistoff bildet dieser Spaltpilz noch Kohlensäure, aktive und inaktive Milchsäure, 15 Ameisensäure, Buttersäure und Caprinsäure, jedoch nicht auch Mannit. Diese Art gehört unzweifelhaft in die Gruppe der sogen. Kartoffelbazillen und steht insbesondere dem *Bac. mesentericus vulgatus* sehr nahe. A. Velich (1) erachtete sie als wesensgleich mit Laxa's *Clostridium gelatinosum*. Im Interesse der Vollständigkeit dieses Handbuches sei 20 bei dieser Gelegenheit noch bemerkt, daß R. G. Smith in verschiedenen Proben von pflanzlichen Gummiarten (s. Bd. I, S. 685) Bakterien nachgewiesen hat, die er als die Verursacher des Entstehens dieser Sekrete ansieht, nämlich (12, 13, 15) den *Bac. pseudarabinus*, dann (14) den *Bac. macrozamiae* und (16) den *Bac. indurans*, weiter (6—10) das *Bact.* 25 *acaciae*, das *Bact. eucalypti*, das *Bact. metarabinum*, das *Bact. persicae* und das *Bact. pararabinum* und (17) den *Bac. alatus*. Er (18) hat auch eine Vergleichung solcher Gummiarten unternommen und (19) eine zusammenfassende Darstellung seiner Beobachtungen gegeben.

Die Haltbarmachung der Saftproben, die nach und nach 30 von der Rohrmühle entnommen werden, um dann in einer Durchschnittsprobe chemisch untersucht zu werden, bereitet hier größere Schwierigkeiten als in der Rübenzuckerfabrik; der eiweißreiche Saft vermag große Mengen von Metallsalzen zu binden und ihrem Zwecke zu entziehen, so daß man also, um letzteren zu sichern, viel größere Zusätze 35 geben muß, als sie ein Diffusionssaft erfordern würde. Courtonne (1) hatte im Jahre 1896 die Verwendung von Sublimat empfohlen. L. Cohen (1) und H. C. Prinsen Geerligs (2) schlossen sich diesem Vorschlage an. Aber schon im Jahre 1900 berichtete der letztgenannte Forscher (4) über den Fall einer scheinbaren Ueberausbeute, d. h. einer 40 tatsächlichen Ausbeute an Zucker, die größer war als diejenige, welche auf Grund der Analyse einer derart vermeintlich haltbar gemachten Durchschnittsprobe des Rohrsaftes berechnet worden war; diese hatte im Verlaufe ihrer Ansammlung durch mehrere Stunden eben eine Zersetzung erfahren. H. Pellet und L. Klein (1) vermuten, daß dieser 45 Mißerfolg damit zu erklären sei, daß wahrscheinlich das Durchmischen der später in das Sammelgefäß eingegossenen Teilproben unterlassen worden war und zu diesen also das Gift gar nicht mehr gelangt ist; auch sie reichten gewöhnlich mit einer Gabe von 0,1 g Sublimat auf den Liter aus, bemerkten aber, daß die Höhe des erforderlichen Zusatzes 50 auch von der Reaktion des Saftes, von der herrschenden Temperatur u. dgl. m. abhänge, und daß eine größere Gabe als 0,1 g bereits einen merklichen Einfluß auf das Ergebnis der chemischen Analyse des Saftes

(Dichte und Zuckergehalt nach FEHLING) ausübe. N. MARX (1) schlug anstatt des für den Menschen so stark giftigen Sublimats das weniger gefährliche Chinosol vor, das in seinen Versuchen, in der Gabe von 0,05 g auf den Liter, den Rohrsaft auf die Dauer von zehn Stunden bei 25—30° C 5 ebensogut vor merklicher Zersetzung bewahrte wie die gleiche Menge jenes Quecksilbersalzes. In SPRANKLING'S (1) Versuchen vermochte man durch einen Zusatz von Phenol zwar die andernfalls rasch eintretende Alkoholgärung und die daran sich anschließende Essigsäuregärung des rohen Rohrsaftes beträchtlich zu verlangsamen, nicht aber die Inversion 10 der Saccharose; hingegen hielt sich der durch heiße Behandlung mit Kalk gereinigte und dann mit Phenol versetzte Saft recht lange.

Die sogen. Schaumgärung der Füllmassen der Nachprodukte soll, zum Unterschiede von derjenigen in der Rübenzuckerverarbeitung, rein chemische Ursachen haben. Nach einer durch H. C. PRINSEN GEER- 15 LIGS (1) im Jahre 1894 gelieferten Beschreibung soll diese Störungserscheinung so heftig auftreten können, daß der Inhalt eines mit der Füllmasse ursprünglich nur halb gefüllten Kristallisiergefäßes binnen zwölf Stunden zum Ueberlaufen kommt; das entwickelte Gas riecht sehr unangenehm. Die Ursache sucht der genannte Forscher in einem Ge- 20 halte der Füllmasse an der durch H. WINTER (5) etwas näher gekennzeichneten Glucinsäure, die im Rohsaft nicht vorhanden ist, sondern erst bei dessen Erwärmen mit Kalkmilch aus dem Invertzucker entsteht. C. J. VAN LOOKEREN CAMPAGNE (1) und GALLOIS (1) schlossen sich dieser Meinung an.

25 Ueber die Veränderungen des aus Zuckerrohr hergestellten Rohzuckers während des Lagerns hat schon U. GAYON (1) im Jahre 1877 einige Bemerkungen gemacht; er deutete das Sinken des Gehaltes an Saccharose und das Auftreten von reducierendem Zucker als Gärung, die durch Wärme und Feuchtigkeit begünstigt werde. Ein Jahr darauf 30 erkannte er (3) diesen Zucker als Gemenge von Glucose und Lävulose. Im Jahre 1880 dann berichtete er (4), daß derartige Rohzucker-Proben reicher an Mikroorganismen seien als unveränderter Rohzucker, und fand in glucosereichen Proben ein invertierendes Enzym, das er durch Alkohol abscheiden konnte und für wesensgleich mit der Hefeninvertase 35 erklärte. Er stellte schließlich durch Versuche auch noch fest, daß durch Zusatz von Pilzgiften diese Veränderung des Rohzuckers verhütet werden könne. Seit jener Zeit haben sich die Verhältnisse sehr zum Schlimmen gewendet. Wie H. C. PRINSEN GEERLIGS (5) im Jahre 1903 darlegte, wurde bis zum Beginn der neunziger Jahre des letzten Jahr- 40 hunderts auf Java der (nach England, Amerika und China zu verschiffende) Rohzucker in einer Reinheit von 98,5—99,0 Proz. Saccharose und staubtrocken zum Versand gebracht, er wurde (und wird auch heute noch) in Körben (Kranjang oder Kanasser), die aus Bambus geflochten und mit Matten aus Palmblättern (Kadjang) ausgekleidet sind, 45 fest eingestampft. In derartig verpackten Zuckern trat nur selten ein Qualitätsrückgang ein. Später wurde nur noch 96-proz. Zucker verlangt, der noch dazu nicht nach Polarisation sondern nach Farbe gehandelt und bezahlt wurde. Begreiflicherweise lieferten nun die javanischen Fabrikanten nicht mehr so trockenen Zucker, und von da ab 50 häuften sich die Klagen über den Rückgang des Rendements während des Transportes um so mehr, als gleichzeitig auch Aenderungen in der Arbeitsweise in dem Sinne Platz griffen, daß die Abläufe (Nachprodukte) in den Betrieb zurückgeführt wurden und so von Haus aus ein minder-

wertiger und leichter zu Zersetzungen neigender Rohzucker zustande kam. Den Einfluß der Art der Verpackung des Rohzuckers auf dessen Haltbarkeit hat schon SERRURIER (1) im Jahre 1875 bemerkt. In den durch ihn beobachteten Fällen waren in den in Kranjangs verpackten Rohzuckern die den auskleidenden Matten nächstliegenden, als Randzucker bezeichneten Schichten des Korb-Inhaltes fast immer feuchter und reicher an Glucose als die Kernschicht; wenn dieser Fehler stärker ausgebildet ist, heißt man die Probe „randig". SERRURIER meinte den Verlauf der Zersetzung derart deuten zu sollen, daß der Zucker aus den Blättern Feuchtigkeit an sich ziehe und durch Eiweißstoffe, die aus dieser Hülle übertreten, rasch verändert werde. H. C. PRINSEN GEERLIGS (6) hat dann im Jahre 1900 gezeigt, daß die zur Ausfütterung verwendeten Palmblätter als Träger einer reichen Flora von wirkungskräftigen Zersetzungserregern gefährlich werden können, und empfahl deren Vergiftung mittelst einprozentiger Karbolsäure bei 70 ° C und hierauf folgendes Trocknen der Blätter im Wind. KAMERLING (1) kam zu dem gleichen Ergebnisse; von dem von anderer Seite gemachten Vorschlage, mittelst Formalin die Rohzucker selbst zu vergiften, verspricht er sich nicht viel. Die Beziehung zwischen der Größe des Kornes der Rohzucker und der Größe der Haltbarkeit bei nicht vollkommen dichter Verpackung hat H. WINTER (6) geprüft; er konnte durch seine Versuche im kleinen feststellen, daß die Grobkörnigkeit durchaus nicht immer eine Gewähr für bessere Haltbarkeit bietet. MAXWELL (1) wies im Jahre 1896 noch auf eine andere Ursache des Zurückgehens der Polarisation und des Rendements hin, nämlich auf das hier und da übliche Auskochen der Verdampfapparate mit einem aus gesäuerter Melasse bereiteten Sauerwasser anstatt mit Salzsäure. Die aus den Erfahrungen der Rübenzuckerindustrie gefolgerte Meinung, daß auch der aus Rohr erzeugte Rohzucker beim Lagern und während der Verschiffung in dem Falle sich besser halte, wenn er alkalische Reaktion habe, wurde durch die durch EDM. SHOREY (1) im Jahre 1898 angestellten Versuche als nicht stichhaltig erkannt; dieser Forscher erachtet das *Penicillium glaucum* für den Zersetzungserreger und empfiehlt, den Rohzucker nach geschehenem Centrifugieren mit überhitztem Dampf zu sterilisieren, worauf er sich besser halte, einerlei ob er sauer oder alkalisch ist. H. C. PRINSEN GEERLIGS (6) ist dann jener Bemerkung beigetreten und hat gezeigt, daß selbst bei stark alkalischer Reaktion (0,2 Proz. Soda) eine (allerdings langsam verlaufende) Inversion eintritt, sofern der Rohzucker aus der Umgebung Feuchtigkeit aufnehmen kann. F. WATTS und H. A. TEMPARY (1) haben bei der von ihnen studierten Zersetzung von Muscovado-Zuckern das Auftreten eines eigentümlichen Geruches nach Wein, die Entwicklung von Gas und Aenderung der Polarisation bemerkt, welch letztere zunächst zunahm, weiterhin aber sank, während gleichzeitig das Reduktionsvermögen (gegen FEHLING'sche Lösung) gleichmäßig und stark abnahm; die beiden Forscher deuten diese Beobachtung dahin, daß durch Mikroorganismen des Rohzuckers zuerst die Lävulose und hierauf erst die Dextrose zersetzt und zuletzt dann die Saccharose angegriffen werde. In einem durch anderthalb Stunden erhitzten Zucker konnte selbst nach sechs Monaten kein Rückgang in der Polarisation nachgewiesen werden. Unbekannt ist die Entstehungsweise des Dulcits, den LIPPMANN (9) in einem ostindischen Rohzucker vorgefunden hat.

Die Flora der Rohzucker ist bisher noch nicht einer gründlicheren

Betrachtung gewürdigt worden. Wie schon L. Steuber (1) berichtet hat, und wie nach diesem dann auch durch H. Zikes (1) in einer vor kurzem erschienenen Arbeit über eine neue Art aus der Gattung *Willia* (s. Bd. IV, S. 186) citiert worden ist, hat H. Will in brasilianischem Roh-
5 zucker eine derartige Hefe vorgefunden. R. G. Smith (2 u. 3) fand in zersetztem und feucht gewordenem Rohzucker verschiedener Herkunft regelmäßig den *Bacillus levaniformans* vor. Smith und Steel (1) halten diese Spaltpilzart für den Verursacher jener schon durch den Geruch sich bemerkbar machenden Zersetzungserscheinung, die durch das Auf-
10 treten von Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure gekennzeichnet ist.

Die Melasse, die bei der Verarbeitung des Rohres schließlich verbleibt, beträgt, auf letzteres berechnet, ungefähr 4 Prozent. Das ist eine sehr große Menge, welche nicht ganz auf Arrak und Rum verarbeitet werden kann und dann ein sehr lästiges Abfallprodukt ist. Sie kann
15 auf ihren Saccharose-Gehalt nach den in der Rübenzucker-Fabrikation üblichen Verfahren nicht verarbeitet werden; denn ihr hoher Gehalt an Invertzucker gestattet das nicht. Es hat an Vorschlägen nicht gefehlt, um dieses letztgenannte Hindernis auf die Weise fortzuschaffen, daß man die entsprechend verdünnte Melasse mit einem Gärerreger versetze,
20 der nur Dextrose und Lävulose und nicht auch Saccharose angreift, welch letztere also dann aus der so vorgereinigten Melasse auf geeignete Weise gewonnen werden könnte. Als einen solchen Hexosen-Vergärer hatte schon U. Gayon (2 u. 5) den *Mucor circinelloides* (s. Bd. IV, S. 486 u. 516) empfohlen. Die Verwendung des *Schizosaccharomyces octosporus*
25 (s. Bd. IV, S. 190) zu diesem Zwecke hat sich dann Glashan (1) sogar patentieren lassen. Und H. und L. Pellet und Pairault (1) glauben in einer durch Pairault auf Martinique entdeckten Hefenart ein noch besser geeignetes Hilfsmittel gefunden zu haben. Ueber die zuvor erwähnte Verwertung der Kolonial-Melasse durch Verarbeitung auf Arrak und Rum
30 wird § 81 bezw. § 85 des 13. Kapitels des Fünften Bandes ausführliche Angaben bringen, denen hier in betreff der Flora dieser Melassen die ergänzende Bemerkung vorausgeschickt werde, daß Pozzi-Escot (1) aus einer Rohr-Melasse aus Nicaragua eine Hefe abgeschieden hat, welche in sehr zuckerreichen Flüssigkeiten noch Gärung zu erregen vermag, die
35 am besten bei 30—35° C verläuft und 14—15 Proz. Alkohol liefert. Neuere Angaben über die Rum-Brennerei auf Jamaika brachte H. H. Cousins (1).

Literatur

zum Kapitel Mykologie der Zuckerfabrikation.

*__Abraham,__ J., (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1902, Bd. 11, S. 886. *__Andrlík,__ (auch: Anderlík), Karl, (1) Böhm. Zeitschr., 1893/4, Bd. 18, S. 190. — (2) Ebenda, 1895/6, Bd. 20, S. 84. — (3) Ebenda, 1898/9, Bd. 23, S. 551 u. 556. — (4) Ebenda, 1902/3, Bd. 27, S. 1 u. 109. — (5) Ebenda, S. 437. — (6) Ebenda, 1903/4, Bd. 28, S. 10. *__Andrlík,__ K., und __Pánek,__ J., (1) Böhm. Zeitschr., 1894/5, Bd. 19, S. 502. *__Andrlík,__ K., und __Staněk,__ Vl., (1) Böhm. Zeitschr., 1901/2, Bd. 26, S. 228. *__Andrlík,__ K., und __Votoček,__ Emil, (1) Böhm. Zeitschr., 1898, Bd. 22, S. 248. *__Artari,__ Alexander, (1) Abhandlungen d. Naturforschenden Ges. zu Halle, 1897, Bd. 21, S. 113. *__Aulard,__ A., (1) Sucrerie belge, 1899/1900, Bd. 27, S. 492. *__Bartz,__ W., (1) Vereins-Zeitschr., 1883, Bd. 33, S. 626. *__Bauer,__ Emil, (1) Böhm. Zeitschr., 1881/2, Bd. 6, S. 269. *__Béchamp,__ A., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1881, Bd. 93, S. 78. *__Behaghel,__ (1) Vereins-Zeitschr., 1881, Bd. 31, S. 797. *__Bodenbender,__ Heinrich, (1) Vereins-Zeitschr., 1864, Bd. 14, S. 857. — (2) Ebenda, 1873, Bd. 23, S. 10. — (3) Ebenda, 1884, Bd. 34, S. 559. *__Boekhout,__ F. W. J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 161. *__Borschtschoff,__ (auch: Borščow), J., (1) Verhandlungen (Sapiski) der Techn. Gesellschaft zu Kiew (russ.). 1876; ref. in Vereins-

Zeitschr., 1876, Bd. 26, S. 749. ***Boutroux,** Léon, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1886, Bd. 102, S. 924 u. 1038. ***Braconnot,** H., (1) Ann. de chim. et de phys., 1838, 2. sér., Bd. 68, S. 337. ***Bräutigam,** Walter, (1) Pharm. Centralhalle, 1891, Bd. 32, S. 349 u. 427; 1892, Bd. 33, S. 534. ***Brendel,** C., (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1900, Bd. 8, S. 420. ***Browne,** C. A. jr., (1) Louisiana Sugar Planter, Bd. 31, S. 305. — (2) Journ. American Chemical Soc., 1906, Bd. 28, S. 453. ***Brüning,** Adolf (1) Liebigs Ann., 1857, Bd. 104, S. 191. ***Bunge,** A., (1) Journ. d. russ. phys.-chem. Ges., 1881, Bd. 1, S. 128. ***Casteels,** O., (1) Sucrerie indigène, 1895, S. 346. ***Chevron,** L., (1) Journ. des fabric. de sucre, 1883, Bd. 24, Nr. 22. ***Cienkowski,** L., (1) Mémoires de l'Ac. Imp. des Sciences, St. Petersburg, 1877, Bd. 25, Nr. 2. — (2) Die Gallertbildungen des Zuckerrübensaftes. Charkow 1878 (russ.); Scheiblers Neue Zeitschr., 1878, Bd. 1, S. 365. ***Ciszkiewicz,** (1) Dissert., Riga 1879. ***Claassen,** H., (1) Deutsche Zuckerindustrie, 1888, Bd. 13, S. 327, 794 u. 1207. — (2) Correspondenzblatt d. Vereins akademisch gebildeter Zuckertechniker, 1893, Nr. 11—13. — (3) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1898, Bd. 6, S. 485. — (4) Ebenda, 1902, Bd. 11, S. 79 u. 148. — (5) Vereins-Zeitschr., 1904, Bd. 54, S. 894. ***Cohen,** L., (1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1898, Bd. 6, S. 808. ***Courtonne,** H., (1) Sucrerie belge, 1896, Bd. 25, S. 106. ***Cousins,** H. H., (1) Report on the exper. work of the Sugar Exper. Station of Jamaika, 1906; ref. in Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1906, Bd. 35, S. 632. ***Daeumichen,** Paul, (1) Vereins-Zeitschr., 1890, Bd. 40, S. 701. ***Degener,** Paul, (1) Vereins-Zeitschr., 1884, Bd. 34, S. 565. — (2) Deutsche Zuckerindustrie, 1888, Bd. 13, S. 26. ***Dehérain,** P. P., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1884; ref. in Vereins-Zeitschr., 1884, Bd. 34, S. 269. ***Dewald,** Fritz, (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1902, Bd. 11, S. 124. ***Dickhoff,** W. C., (1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1901, Bd. 9, S. 3. ***Doblai,** (1) Französ. Patent 349930; ref. in Vereins-Zeitschr., 1905, Bd. 55, S. 1098. ***Drenckmann,** Bruno, (1) Vereins-Zeitschr., 1893, Bd. 43, S. 643. — (2) Ebenda, 1894, Bd. 44, S. 632. — (3) Ebenda, 1896, Bd. 46, S. 478. ***Dubois,** (1) Ref. in Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1902, Bd. 11, S. 148. ***Dubrunfaut,** P., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1868, Bd. 66, S. 275. — (2) Ebenda, 1869, Bd. 68, S. 818. — (3) Journ. des fabric. de sucre, 1869, Bd. 9, S. 44 u. 49. ***Durin,** E., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1876, Bd. 83, S. 128 u. 355. — (2) Annales des Sciences nat., Bot., 1876, 6. sér., Bd. 3, S. 266. — (3) Comptes rend. de l'Ac., 1878, Bd. 87, S. 754. — (4) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1884, Bd. 1, Nr. 5. ***Ehrmann,** L., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1905, Bd. 23, S. 634. ***Emmerling,** O., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1900, Bd. 33, S. 2477. ***Feltz,** Eugen, (1) Sucrerie indigène, 1874/5, Bd. 9, S. 197. — (2) Ebenda, 1876/7, Bd. 11, S. 207, 232 u. 379. ***Fermi,** Claudio, und **Montesano,** Giuseppe, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 482. ***Fischman,** C., (1) Vereins-Zeitschr., 1871, Bd. 21, S. 301. ***Frank,** Albert Bernhard, (1) Vereins-Zeitschr., 1891, Bd. 41, S. 662. ***Fremy,** Edmund, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1859, Bd. 48, S. 202; Bd. 49, S. 561. ***Friedrich,** Ottomar, (1) D.R.P. 146871 vom 9. 1. 1902. ***Gallois,** Th. J. C., (1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1894, Bd. 2, S. 961. ***Gayon,** Ulysse, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1877, Bd. 84, S. 606. — (2) Ebenda, 1878, Bd. 86, S. 52. — (3) Ebenda, 1878, Bd. 87, S. 407. — (4) Ebenda, 1880, Bd. 91, S. 993. — (5) Ann. de chim. et de phys., 1878, 5. sér., Bd. 14, S. 258. ***Gayon,** U., **und Dupetit,** G., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1882, Bd. 95, S. 644 u. 1365. ***Geschwind,** L., (1) Sucrerie indigène, 1894, Bd. 1, S. 482. ***Gillot,** H., (1) Bulletin de l'Assoc. belge des Chimistes, 1899, S. 496; 1900, S. 202. ***Glaser,** Fritz, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 879. ***Glashan,** (1) Cit. u. Pellet u. Pairault (1). ***Gonnermann,** M., (1) Deutsche Zuckerindustrie, 1905, Bd. 30, S. 145 u. 185. — (2) Ebenda, 1906, Bd. 31, S. 607. — (3) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1907, Bd. 36, S. 877. ***Grafe,** V., (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1908, Bd. 37, S. 55. ***Gravier,** E., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1895, Bd. 13, S. 521. ***Gredinger,** Wilhelm, (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1898, Bd. 27, S. 556 u. 690. ***Gröbe,** (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1903, Bd. 12, S. 32. ***Gundermann,** W., (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1898, Bd. 6, S. 578. ***Heerma van Voss,** A. J., (1) Vereins-Zeitschr., 1900, Bd. 50, S. 438. ***Heintz,** Arnold, (1) Vereins-Zeitschr., 1873, Bd. 23, S. 197. ***Heinzelmann,** G., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1894, Bd. 17, S. 101. ***Herles,** Franz, (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1892, Bd. 21, S. 763. ***Herriger,** H., (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1897, Bd. 5, S. 544. ***Herrmann,** P., (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1904, Bd. 12, S. 701. — (2) Ebenda, 1905, Bd. 13, S. 771. ***Herzfeld,** Alexander, (1) Deutsche Zuckerindustrie, 1887, Bd. 12, Nr. 50. — (2) Vereins-Zeitschr., 1890, Bd. 40, S. 263. — (3) Ebenda, S. 804. — (4) Ebenda, 1891, Bd. 41, S. 663. — (5) Ebenda, S. 44. — (6) Ebenda, 1896, Bd. 46, S. 1. — (7) Ebenda, 1903, Bd. 53, S. 1201; 1904, Bd. 54, S. 945. — (8) Ebenda, 1905, Bd. 55, S. 337. ***Herzfeld,** Alex., und **Goldbach,** W., (1) Vereins-Zeitschr., 1895, Bd. 45, S. 689. ***Herzfeld,** Alex., und **Paetow,** U., (1) Vereins-Zeitschr., 1891, Bd. 41, S. 678. ***Hodek,** G., (1) Vereins-Zeitschr., 1871, Bd. 21, S. 342. ***Horsin-Déon,** Paul, (1) Traité théorétique et pratique de la fabr. de sucre. Paris 1882;

2. Aufl., Paris 1900. ***Jesser,** Leopold. (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1898, Bd. 27, S. 35. ***Jubert,** Paul, (1) Sucrerie indigène, 1874/5, Bd. 9, S. 174 u. 199. — (2) Ebenda, 1876, Bd. 11, Nr. 3. ***Kamerling,** Z., (1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1900, Bd. 8, S. 527. ***Karcz,** Marcell, (1) Deutsche Zuckerindustrie, 1898, Bd. 23, S. 1653. ***Kircher,** Julius, (1) Liebigs Ann., 1839, Bd. 31, S. 337. ***Knauer,** (1) Ref. in Vereins-Zeitschr., 1901, Bd. 51, S. 214. ***Koch,** Alfred, und **Hosaeus,** Hans, (1) Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 16, S. 225. ***Köhler,** Oskar, (1) Deutsche Zuckerindustrie, 1895, Bd. 20, S 864. — (2) Vereins-Zeitschr., 1902, Bd. 52, S. 605. ***Kohlrausch,** O., und **Strohmer,** Fr., (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1876, Bd. 5, S. 357. ***Kohn,** Eduard, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1906, Bd. 15, S. 690; 1907, Bd. 17, S. 446. ***Komers,** K., und **Stift,** A., (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1897, Bd. 26, S. 627; 1898, Bd. 27, S. 6. ***Kornauth,** Carl, (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1888, Bd. 17, S. 31. ***Koydl,** Theodor, (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1900, Bd. 29, S. 366. ***Kramer,** Ernst, (1) Sitzgsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-phys. Kl., 1889, Bd. 98, S. 358, und Monatsh. f. Chem., 1889, Bd. 10, S. 467. ***Krutwig,** Jean, (1) Sucrerie belge, 1905, Bd. 34, S. 76. ***Lachaux,** L., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1893, Bd. 10, S. 501. ***Ladureau,** A., (1) Sucrerie indigene, 1886, Bd. 26, S. 477. ***Lam,** A., (1) Chem.-Ztg., 1897, Bd. 21, S. 56. ***Laxa,** Ottokar, (1) Böhm. Zeitschr., 1897/8, Bd. 22, S. 376; Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1898, Bd. 4, S. 362. — (2) Böhm. Zeitschr., 1899/1900, Bd. 24, S. 423; Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 286. — (3) Böhm. Zeitschr., 1901/2, Bd. 26, S. 122. ***Lewicki,** Tadeusz **von,** (1) D.R.P. 144430 von 1902. — (2) D.R.P. 159715 von 1903. ***Liesenberg,** C., und **Zopf,** W., (1) Beiträge zur Physiologie u. Morphologie niederer Organismen. Leipzig 1892. Heft 1, S. 1, und Heft 2, S. 1. ***Lippmann,** Edm. O. **von,** (1) Vereins-Zeitschr., 1880, Bd. 30, S. 134. — (2) Ebenda, 1881, Bd. 31, S. 592. — (3) Ebenda, 1888, Bd. 38, S. 617. — (4) Ebenda, 1896, Bd. 46, S. 516. — (5) Ebenda, 1904, Bd. 54, S. 1309. — (6) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1881, Bd. 14, S. 1509; 1892, Bd. 25, S. 3216. — (7) Ebenda, 1885, Bd. 18, S. 2835. — (8) Ebenda, 1891, Bd. 24, S. 3299. — (9) Ebenda, 1892, Bd. 25, S. 3216. — (10) Ebenda, 1893, Bd. 26, S. 3057. — (11) Ebenda, 1896, Bd. 29, S. 2645. — (12) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1880, Bd. 9, S. 32. — (13) Deutsche Zuckerindustrie, 1882, Bd. 7, S. 440. — (14) Ebenda, 1887, Bd. 12, Nr. 49; 1899, Bd. 24, S. 782. — (15) Ebenda, 1887; Scheiblers Neue Zeitschr., 1888, Bd. 20, S. 24. — (16) Ebenda, 1897; Scheiblers Neue Zeitschr., 1897, Bd. 39, S. 127. — (17) Scheiblers Neue Zeitschr., 1883, Bd. 10, S. 43. ***van Lookeren Campagne,** C. J., (1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1894, Bd. 2, S. 417. ***Maassen,** Albert, (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1904, Bd. 21, S. 385. — (2) Arbeiten aus d. Biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtschaft am Kais. Ges.-Amte, 1905, Bd. 5, S. 1. ***Marchal,** (1) Sucrerie belge, 1901, Bd. 29, S. 229. ***Marx,** N., (1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1903, Bd. 11, S. 523. ***Maxwell,** (1) Louisiana Planter, 1896, S. 154; ref. in Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1896, Bd. 4, S. 954. ***van Melckebeke,** Edm. und Raym., (1) Sucrerie belge, 1899/1900, Bd. 27, S. 540. — (2) Ebenda, 1901, Bd. 29, S. 409. ***Mendès,** Teixeira, (s. auch: Teixeira-Mendès), J. F., (1) Journ. des fabr. de sucre, 1872, Bd. 13. — (2) Ebenda, 1875, Bd. 16. ***Millot,** A., und **Maquenne,** (1) Bull. Soc. chimique de Paris, 1879, Bd. 32, S. 611. ***Mügge,** (1) Vereins-Zeitschr., 1904, Bd. 54, S. 888. ***Müller-Thurgau,** Hermann, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1908, Bd. 20, S. 353. ***Münz,** J. B., (1) Wjestnik Sacharnoj Promislennosti, 1905, Nr. 10—14; ref. in Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1905, Bd. 34, S. 423. ***Munier,** (1) Deutsche Zuckerindustrie, 1895, Bd. 20, S. 1743. ***Neide,** E., (1) Vereins-Zeitschr., 1906, Bd. 56, S. 726. ***Neitzel,** Erich, (1) Scheiblers Neue Zeitschr., 1895, Bd. 35, S. 21. ***Neubauer,** (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1905, Bd. 13, S. 1353. ***Orth,** M., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1899, Bd. 17, S. 30. ***Otto,** G. E., (1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1893, Bd. 2, S. 150. ***Pellet,** H., (1) Sucrerie indigène, 1895, Bd. 46, S. 564. — (2) Ref. in Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1896, Bd. 4, S. 953. ***Pellet,** H., und **Klein,** L., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1901, Bd. 19, S. 725. ***Pellet,** H. und L., und **Pairault,** (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1905, Bd. 23, S. 639. ***Pitoy,** H. F., (1) Französ. Patent 301280; ref. in Z. f. Spiritusindustrie, 1901, Bd. 24, S. 267. ***Poupě,** Fr., (1) Böhm. Zeitschr., 1897/8, Bd. 22, S. 341. ***Pozzi-Escot,** E., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1904, Bd. 21, S. 1007. ***Prinsen Geerligs,** H. C., (1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1894, Bd. 2, S. 289. — (2) Ebenda, 1897, Bd. 5, S. 1135. — (3) Ebenda, 1898, Bd. 6, S. 919. — (4) Ebenda, 1900, Bd. 8, S. 863. — (5) Ebenda, 1903, Bd. 11, S. 97. — (6) Handelingen van het vierde Kongres van het algemeen Syndicaat van Suikerfabriken op Java. Soerabaia 1900, S. 25. ***Raciborski,** M., (1) Archiv voor de Java-Suikerindustrie, 1898, Bd. 6, S. 481. ***Raschkowitsch,** S., (1) Wjestnik Sacharnoj Promislennosti, 1903, S. 347. ***Reiset,** Jules, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1868, Bd. 66, S. 177. ***Renner,** J., (1) Dinglers Journ., 1863, Bd. 168, S. 143. ***Rümpler,** A., (1) Ausführl. Handbuch d. Zuckerfabrikation. Braunschweig 1906. — (2) Die Nichtzuckerstoffe der Rüben in ihren Beziehungen zur Zuckerfabrikation. Braunschweig 1898. ***Rydlewski,** N., (1)

Deutsche Zuckerindustrie, 1897, Bd. 22, S. 1413. ***Saillard,** (1) Circulaire hebdom. du Syndicat des fabr. de sucre, 1900, S. 610. — (2) Sucrerie indigène, 1903, Bd. 61, S. 535. ***Scheibler,** Carl, (1) Vereins-Zeitschr., 1860, Bd. 10, S. 305; Scheiblers Neue Zeitschr., 1895, Bd. 35, S. 122. — (2) Vereins-Zeitschr., 1866, Bd. 16, S. 222 u. 515. — (3) Ebenda, 1868, Bd. 18, S. 294. — (4) Ebenda, 1869, Bd. 19, S. 472. — (5) Ebenda, 1873, Bd. 23, S. 288. — (6) Ebenda, 1874, Bd. 24, S. 309. — (7) Ebenda, 1875, Bd. 25, S. 112. — (8) Ebenda, 1877, Bd. 27, S. 60 u. 514. — (9) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1868, Bd. 1, S. 58. — (10) Ebenda, 1869, Bd. 2, S. 292; 1870, Bd. 3, S. 155. — (11) Ebenda, 1869, Bd. 2, S. 296; 1884, Bd. 17, S. 1727. — (12) Scheiblers Neue Zeitschr., 1878, Bd. 1, S. 366. — (13) Ebenda, 1880, Bd. 4, S. 110. — (14) Ebenda, 1887, Bd. 18, S. 255. — (15) Ebenda, 1895, Bd. 34, S. 241. ***Schloesing,** Th., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1868, Bd. 66, S. 237. ***Schnell,** J., (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1902, Bd. 11, S. 148. ***Schöne,** Albert, (1) Vereins-Zeitschr., 1901, Bd. 51, S. 453. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 54, S. 1060. — (3) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1906, Bd. 14, S. 1197. — (4) Deutsche Zuckerindustrie, 1906, Bd. 31, S. 1337. ***Schott,** A., (1) Vereins-Zeitschr., 1900, Bd. 50, S. 434. ***Schulz,** (1) Deutsche Zuckerindustrie, 1903, Bd. 28, S. 2017. ***Segin,** Adalbert, (1) Centralbl. f. Bakt., 1. Abt., 1903, Bd. 34, Orig., S. 202. — (2) Ebenda, 2. Abt., 1904, Bd. 12, S. 397. ***Seiler,** Fr., (1) Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1905, Bd. 9, S. 513. ***Serrurier,** (1) Ref. in Vereins-Zeitschr., 1875, Bd. 25, S. 436. ***Shorey,** Edm., (1) Planter's monthly, 1898, S. 400; ref. in Sucrerie belge, 1898/9, Bd. 26, S. 44. ***Simpson,** J. A., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1907, Bd. 25, S. 531. ***Smith,** R. Greig, (1) Proceedings Linnean Society of New South Wales, 1901, S. 589. — (2) Ebenda, S. 674. — (3) Ebenda, S. 684. — (4) Ebenda, 1902, S. 138. — (5) Ebenda, 1903, S. 834. — (6) Ebenda, 1902, S. 383; 1904, S. 217. — (7) Ebenda, 1902, S. 230. — (8) Ebenda, 1903, S. 114. — (9) Ebenda, S. 338. — (10) Ebenda, S. 541. — (11) Ebenda, 1904, S. 442. — (12) Ebenda, S. 449. — (13) Ebenda, S. 860. — (14) Ebenda, S. 863. — (15) Ebenda, 1905, S. 136. — (16) Ebenda, S. 339. — (17) Ebenda, S. 570. — (18) Transactions Australasian Assoc. for the Advancement of Science at Dunedin 1904. Wellington 1905, S. 149. — (19) Journal Soc. Chemical Industry London, 1904, Bd. 23, S. 972. ***Smith,** R. Greig, und **Steel,** Thos., (1) Journal Soc. Chemical Industry, 1902, Bd. 21, S. 1381. *Sokolorka, Zuckerfabrik in, (1) Vereins-Zeitschr., 1877, Bd. 27, S. 234. ***Sprankling,** Chas. H. G., (1) Journal Soc. Chemical Industry, 1903, Bd. 22, S. 78. ***Stammer,** Carl, (1) Vereins-Zeitschr., 1880, Bd. 30, S. 769. ***Stein,** J., (1) Vereins-Zeitschr., 1860, Bd. 10, S. 347. ***Steuber,** L., (1) Z. f. d. ges. Brauwesen, 1900, Bd. 23, S. 3. ***Stift,** Anton, (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1890, Bd. 19, S. 201. — (2) Ebenda, 1897, Bd. 26, S. 1020. — (3) Ebenda, 1903, Bd. 32, S. 929. ***Stoklasa,** Julius, **Jelínek,** Johann, und **Vítek,** Eugen, (1) Böhm. Zeitschr., 1902/3, Bd. 27, S. 633. — (2) Ebenda, 1903/4, Bd. 28, S. 233 u. 570. ***Stoklasa,** J., und **Vítek,** (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 102 u. 493. ***Stolle,** F., (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1902, Bd. 31, S. 33. — (2) Vereins-Zeitschr., 1905, Bd. 55, S. 359. ***Strohmer,** Friedrich, (1) Organ d. Centralvereins f. Rübenzucker-Industrie in d. Oesterr.-Ungar. Monarchie, 1887, Bd. 16, S. 216. — (2) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1891, Bd. 20, S. 7. — (3) Ebenda, 1893, Bd. 22, S. 216. — (4) Ebenda, 1902, Bd. 31, S. 933. — (5) Ebenda, 1903, Bd. 32, S. 710. — (6) Ebenda, 1905, Bd. 34, S. 685. ***Strohmer,** Fr., und **Salich,** Robert, (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1906, Bd. 35, S. 165. ***Teixeira-Mendès** (s. auch: Mendès), J. F., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1885, Bd. 2, S. 49. ***van Tieghem,** Ph., (1) Annales des Sciences nat., Bot., 1878, 6. sér., Bd. 7, S. 180. ***Tillmans,** J., (1) Ueber d. Fadenziehend- u. Schleimigwerden v. Brot u. Milch. Dissert., Münster 1902. ***Velich,** Alois, (1) Böhm. Zeitschr., 1903, Bd. 27, S. 475. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 29, S. 14. ***Verbiese,** F., (1) Bulletin Assoc. des Chim. de sucr. et de dist., 1899, S. 309. ***Vignal,** W., (1) Le Bacille mesentericus vulgatus. Thèse, Paris 1889. **Votoček,** E., und **Šebor,** J., (1) Böhm. Zeitschr., 1899/1900, Bd. 24, S. 1. ***Wachtel,** A. **von,** (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1879, Bd. 8, S. 856. ***Wasilieff,** M. K., (1) Wjestnik Sacharnoj Promislennosti, 1902; ref. in Vereins-Zeitschr., 1902, Bd. 52, S. 864 u. 957. ***Watts,** Francis, und **Tempary,** H. A., (1) Deutsche Zuckerindustrie, 1907, Bd. 32, S. 131. ***Weinzierl,** J., (1) Vereins-Zeitschr., 1869, Bd. 19, S. 562. ***Weisberg,** J., (1) Scheiblers Neue Zeitschr., 1894, Bd. 33, S. 129. — (2) Ebenda, 1895, Bd. 35, S. 3. ***Went,** F. A. F. C., (1) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1893, Bd. 1, S. 121 u 527. ***Winter,** H., (1) Untersuchungen ü. d. Zuckerrohr. Dissert., Halle 1891. — (2) Archief voor de Java-Suikerindustrie, 1893, Bd. 1, S. 251. — (3) Ebenda, S. 282. — (4) Ebenda, 1894, Bd. 2, S. 409. — (5) Ebenda, S. 805. — (6) Ebenda, 1902, Bd. 10, S. 319. — (7) Handelingen v. h. 2e Kongres v. h. algemeen Syndicaat v. Suikerfabrikanten op Java, 1898, S. 88. ***Zalkind,** (1) Centralbl. f. d. Zuckerindustrie, 1901, Bd. 9, S. 1082. ***Zettnow,** E., (1) Vereins-Zeitschr., 1903, Bd. 53, S. 1274. — (2) Z. f. Hyg., 1907, Bd. 57, S. 154. ***Zikes,** Heinrich, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1906, Bd. 16, S. 97. ***Zscheye,** (1) Vereins-Zeitschr., 1906, Bd. 56, S. 179.

(Manuskript-Abschluß: Ende 1907.)

25. Kapitel.

Mykologie des Bäckereiwesens.

§ 124. Die Mehlteig-Gärung.

Zweierlei Quellen sind es, auf welche der Keimgehalt des Mehles der Brotfrüchte zurückzuführen ist: der auf der Außenseite des Kornes sitzende Schmutz und die sogen. innere Infektion. Jene erstere, quan- 5 titativ vorherrschend und auch technisch von größerer Wichtigkeit, soll alsbald noch kurz gekennzeichnet werden. Zuvor aber sei die in physiologischer und methodologischer Hinsicht wichtige und schon auf S. 363 erwähnte innere Infektion mit ein paar Worten bedacht. Nach einer vorausgegangenen Beobachtung GALIPPE's (1) hatte bald darauf 10 H. BERNHEIM (1) behauptet, daß im Innern des Mehlkörpers normaler Getreidekörner Nester von Kokken vorhanden seien. Das von ihm angewandte Verfahren zum Nachweise ist aber alsbald durch H. BUCHNER (1), A. FERNBACH (1) und K. B. LEHMANN (1) als unverläßlich und irreführend erwiesen worden. Später haben jedoch P. LINDNER (s. Bd. V, 15 S. 163) und T. CHRZASZCZ (1) gezeigt, daß bei der Gerste schon zur Zeit der Blüte eine Einwanderung von Keimen verschiedener (bis zu 19) Arten von Kleinlebewesen vor sich geht, welche dann im reifen Korn zwischen dem Mehlkörper und den Spelzen noch entwicklungsfähig vorhanden sind.

20 Die Größe der äußeren Infektion, also des Keimgehaltes an der Außenseite des Kornes, wird hauptsächlich durch das Maß von Sorgfalt und Reinlichkeit bestimmt, mit welcher bei der Ernte, auf der Tenne und beim Putzen vorgegangen wird. Daß demnach der Keimgehalt des Getreides des Handels innerhalb weiter Grenzen schwanken 25 kann, geht aus den quantitativen Ermittlungen hervor, welche F. HOFFMANN (s. Bd. V, S. 164) angestellt hat, wie auch aus jenen H. BECKER's (1), der pro ein Gramm Gerste fünf Tausend bis zwölf Millionen Keime zählte, und aus den Untersuchungen HEINRICH's und des Reichs-Gesundheitsamtes in Berlin, über welche J. BEHRENS (1) berichtet. Letzterem 30 zufolge fanden sich pro ein Gramm auf deutschem Weizen 14—23 000 Bakterien, auf russischem 256—309 000, auf russischem Roggen bis zu einer Million, auf russischem Hafer mehr als vier Millionen, auf Gerste bis zu zehn Millionen. Daneben war noch eine beträchtliche Anzahl von Schimmelpilzsporen vorhanden. Während des Lagerns des Getreides 35 stirbt ein Teil dieser Besiedlung ab; die zählebigen aber, also insbesondere die sporenbildenden Bakterien, überdauern diese Hungerzeit und leben wieder auf, wenn das Getreide durch schlechte Behandlung feucht wird, wobei dann Selbsterhitzung mit all ihren Folgen eintreten kann, oder aber dann, wenn das aus dem Korn bereitete Mehl zu einem Teige 40 verarbeitet wird. Ausführliche Angaben über den Keimgehalt des Getreides und über die in diesem sich abspielenden Zersetzungen während des Lagerns auf dem Fruchtboden oder in der Mühle findet man auf S. 610 u. f. des Ersten Bandes und auf S. 364 u. f. des vorliegenden Bandes. In betreff der Anatomie und Chemie des Getreides sei auf die 45 durch A. MAURIZIO (1) gegebene neuere Darstellung verwiesen.

Der Keimgehalt des Mehles wird um so geringer ausfallen, je sanfter und gründlicher bei dem Mahlen die Schale mit dem auf ihr sitzenden Schmutz und Keimgehalt von dem Mehlkörper abgeschliffen, und je weiter die Sonderung von Mehl und Kleie getrieben wird. Aus dem gleichen Korn hergestellt, wird also ein im technischen Sinne feineres Mehl ärmer an Keimen sein als ein gröberes, an Kleienteilchen reicheres. Und weil aus mehreren Gründen man aus Weizen ein Mehl von höherer Feinheit als aus Roggen erzeugt, wird im allgemeinen das Roggenmehl keimreicher als das Weizenmehl befunden werden. Eine glatte Sonderung von Mehlkörper und Samenschale, also eine vollkommene Abtrennung der auf letzterer sitzenden Keime, ist aber technisch nicht ausführbar; der in der Tiefe der Längsfurche des Kornes versenkte Teil der Schale läßt sich nicht vollständig loslösen. Eine durch THOMANN (1) untersuchte Probe von Roggenmehl enthielt pro ein Gramm ungefähr 28000 Bakterien, welche sich auf Nährgelatine zu entwickeln vermögen. Eine Probe Weizenmehl wies in einem Kubikcentimeter ungefähr 20000 Keime auf.

Die freiwillige (spontane) Gärung und Gasbildung, die in einem bloß aus Mehl und Wasser ohne jeglichen anderen Zusatz bereiteten Teige bei mittlerer Temperatur sich einstellt, ist schon im Jahre 1888 durch K. DÜNNENBERGER (1) als reine Bakterienwirkung erkannt worden. Aber erst im Jahre 1894 lehrte uns A. WOLFFIN (1) einen gasbildenden Spaltpilz kennen, welcher unter solchen Umständen das Aufgehen (lat.: levare) des Teiges zustande bringt, und bezeichnete ihn als *Bacillus levans*. Dieser Gärerreger, welcher wegen der ihm mangelnden Fähigkeit zur Sporenbildung später in *Bacterium levans* umgenannt wurde, steht dem so varietätenreichen *Bacterium coli commune* (s. S. 105) sehr nahe, wie schon sein Entdecker selbst, dann K. B. LEHMANN (2) und F. FRÄNKEL (1) bemerkten und schließlich am schärfsten J. PAPASOTIRIU (1) aussprach, welcher geradezu vollkommene Uebereinstimmung erwiesen zu haben meinte und sonach die Species *Bact. levans* ganz aufgab und das *Bact. coli commune* selbst für den Erreger der freiwilligen Mehlteiggärung erklärte. Durch eingehende vergleichende Prüfung hat jedoch W. HOLLIGER (1) im Jahre 1902 feststellen können, daß es sich um zwei verschiedene Arten handelt, welche, unbeschadet vieler Uebereinstimmung in anderen Merkmalen (Aussehen der Kolonien auf Plattenzuchten, Indol-Reaktion, Koagulierung der Milch), doch in drei Punkten voneinander abweichen: 1. Bildet *Bact. levans* bei 18—20° C ein die Gelatine von Strichzuchten nach ca. 12 Tagen verflüssigendes Enzym, *Bact. coli* hingegen nicht. 2. Besteht das von *Bact. levans* in 2-proz. Traubenzucker-Bouillon bei 36° C binnen zwei Tagen entwickelte Gasgemenge (vgl. S. 105) zu ungefähr zwei Dritteln aus Kohlensäure und zu einem Drittel aus Wasserstoff, während bei *Bact. coli* unter gleichen Bedingungen das Verhältnis gerade umgekehrt ist. 3. Verläuft die Eigenbewegung der Zellen im hängenden Tropfen bei *Bact. levans* anders und viel lebhafter als bei *Bact. coli*. Später ist dann F. LEVY (1) durch das vergleichende Studium an vierzehn verschiedenen Stämmen des *Bact. levans*, von denen einige in Hinsicht auf die Gasbildung sich als dem *Bact. coli* näherstehend als die übrigen erwiesen, zu dem Vorschlage gelangt, die durch das Mengenverhältnis von Kohlensäure zu Wasserstoff wie 1 : 1 bis 2 : 1 gekennzeichneten Stämme zu der Varietät *Bact. coli var. albido-liquefaciens* zusammenzufassen, die übrigen hingegen (mit dem Gasverhältnis 1 : 3 bis 1 : 1) dem *Bact. coli* selbst zuzuzählen. Zufolge WOLFFIN er-

zeugte *Bact. levans* in 2-proz. Zuckerbouillon 0,84 g Essigsäure und 0,20 g Milchsäure, jedoch keine anderen Säuren.

WOLFFIN hatte in den durch ihn studierten Fällen von freiwillig eintretender Mehlteiggärung so gut wie ausschließlich nur das *Bact. levans* 5 in Gärtätigkeit vorgefunden. HOLLIGER hingegen traf neben diesem noch, und zwar sogar vorherrschend, eine zweite Spaltpilzart an; es ist dies ein von *Bact. coli* sehr verschiedenes Kurzstäbchen, welches auf Gelatine zu gelben Kolonien heranwächst, gleichfalls diesen Nährboden verflüssigt, fakultativ anaerob ist, Sporen nicht bildet und Traubenzucker 10 wie auch Milchzucker unter Gasentbindung vergärt. Durch die genannten zwei Forscher ist auch dargetan worden, daß jede dieser Arten, wie auch *Bact. coli* selbst, imstande ist, einen mit ihr beimpften sterilen Mehlteig aufgehen zu machen.

Daß die für diesen Nachweis erforderliche Keimfreimachung 15 des Mehles eine heikle Aufgabe ist, hatte schon PETERS (1) bemerkt; denn man hat mit der Anwesenheit widerstandskräftiger Bakteriensporen einerseits und mit der großen Empfindlichkeit einiger Mehlbestandteile gegen Hitze andererseits zu rechnen. Die Keimtötung auf kaltem Wege mittelst Aethyl-Aether (s. Bd. I, S. 544) war durch 20 WOLFFIN (1), wie auch dann durch LEVY (1) und HOLLIGER (1), mit angeblich befriedigendem Erfolg angestrebt worden. BUDINOFF (1) und DOMBROWSKY (1) aber vermochten auf diesem Wege nicht Keimfreiheit zu erzielen; sogar nach 46 Tagen wies das unter dem Aether liegende Mehl noch immer lebendige Bakteriensporen auf, welche Beobachtung 25 mit den auf dem Gebiete der kalten Sterilisierung der Milch gemachten Erfahrungen (s. S. 150) übereinstimmt. DOMBROWSKY behandelte sein Mehl in Mengen von je 50 g in Erlenmeyer-Kölbchen im Drucktopf bei 3,5 Atmosphären durch drei Minuten; es war dann zwar steril, aber auch chemisch verändert, sein Zuckergehalt war um den zehnten Teil 30 größer geworden. Und A. ALBRECHT (1), der auf Grund neuer Versuche eine Ermäßigung des Erhitzens auf zwei Atmosphären (120° C) für ausreichend erachtete, ging später doch zu jener höheren Grenze über.

Die Tatsache, daß in einem aus Wasser und gewöhnlichem Mehle bereiteten und bei Stubenwärme gehaltenen Teige zunächst immer nur 35 die genannten Bakterien zur Tätigkeit kommen, bedarf angesichts der Mannigfaltigkeit der im gewöhnlichen Mehle enthaltenen Arten von Keimen (s. S. 504) einiger erklärender Bemerkungen. Gegenüber denjenigen Genossen, welche, wie die streng aeroben Bakterien und die Schimmelpilzsporen, zu ihrer Entwicklung reichlicher Mengen von Sauer- 40 stoff bedürfen und also im Innern des Teiges nicht aufkommen können, sind die in Rede stehenden Gärerreger durch ihre Fähigkeit im Vorteil, bei Anwesenheit von Zucker auch ohne Sauerstoff sich zu behaupten und durch die erzeugte Kohlensäure auch noch auf andere Mitbewerber bändigend einzuwirken. Die anaeroben Erreger von Buttersäuregärung 45 (*Granulobacter*) hingegen, die ja im Mehle niemals fehlen (s. S. 112), werden durch die sehr bald durch das *Bact. levans* erzeugten organischen Säuren an der Entwicklung gehindert, welche zudem erst bei höherer Temperatur (s. Bd. V, S. 262) eine kräftige sein könnte. Dem Aufkommen anderer Proteinzersetzer und also einer fauligen Gärung der 50 Eiweißstoffe des Teiges wirken zu Anfang der vorhandene Zucker (s. Bd. III, S. 98) und später dann die mittlerweile aus ihm entstandenen Säuren hemmend entgegen. Sobald aber die Tätigkeit des *Bact. levans* zum Stillstand gekommen ist und die Kohlensäure aus dem Teige sich

verflüchtigt hat, vermögen dann die etwa vorhandenen Milchsäurebakterien zur Geltung zu kommen. Und haben diese erst einmal sich einigermaßen festgesetzt, dann ist es mit der weiteren Tätigkeit des *Bact. levans* vorbei; denn dieses ist gegen verhältnismäßig höheren Säuregehalt, wie ihn jene noch immer zu ertragen vermögen, empfindlicher. 5
So erklärt sich auch leicht die schon durch BOUTROUX (1) bemerkte und durch HOLLIGER genauer studierte Tatsache, daß eine Weiterzüchtung des *Bact. levans* auf dem Wege der Beimpfung eines frischen Mehlteiges mit schon ausgegorenem nicht gelingt; denn die mit letzterem in den neuen Nährboden mitgeführten Milchsäurebakterien nehmen den ihnen 10 in diesem gebotenen Zucker so rasch für sich in Beschlag und erzeugen aus ihm so rasch Säure, daß das *Bact. levans* nun hier sich nicht weiter vermehrt und so nach mehreren solchen Ueberimpfungen geradezu verschwindet, nachdem schon viel früher, wegen des Mangels an Gasbildung, jedes sichtbare Aufgehen des Teiges ausgeblieben ist. Die Hefen schließ- 15 lich spielen hier gar keine Rolle; denn obwohl sie im Erdboden heimisch sind (s. Bd. IV, S. 154) und von da aus wohl auch auf das Getreidekorn gelangen, so findet man sie, wie schon DÜNNENBERGER bemerkt hat und HOLLIGER und WOLFFIN bestätigen konnten, im trockenen Mehle nicht mehr in entwicklungsfähigem Zustande vor. 20

Der entscheidende Faktor für das sozusagen zuverlässige Eintreten der freiwilligen Teiggärung ist also neben der niedrigen Temperatur der Z u c k e r g e h a l t des M e h l e s. Die wichtigste Literatur über den Zuckergehalt der Getreidearten, soweit sie von 1817—1872 datiert, findet man bei KÜHNEMANN (1) zusammengestellt, dessen Angaben dann durch 25 A. VON ASBÓTH (1) eine bis zum Jahre 1888 reichende Ergänzung erfahren haben. Seitdem sind unsere Kenntnisse durch weitere Entdeckungen vermehrt worden, und zudem ist unsere Aufmerksamkeit auf jene (zum größten Teile wohl als Wirkungen von Enzymen zu deutenden) Vorgänge gelenkt worden, die alsbald nach dem Mahlen des Getreides 30 einsetzen und als das Reifen des Mehles bezeichnet werden, weil durch sie erst dieses letztere das geforderte hohe Maß von Backfähigkeit erlangt. Daß im Mehle meist mehr als eine Zuckerart vorhanden ist, kann heute nicht mehr bezweifelt werden und wird durch eine zukünftige verfeinerte Forschung auf dem Gebiete der Teiggärung beachtet werden 35 müssen. Bisher hat man sich gewöhnlich damit begnügt, festzustellen, wie viel durch Fehling'sche Lösung bestimmbarer Zucker vorhanden ist. Zufolge F. GÜNTHER (1) schwankt der (auf Maltose berechnete) Zuckergehalt im Weizenmehl zwischen 0,035 und 0.106 Proz. und im Roggenmehl zwischen 0,176 und 0.318 Prozent. Zu diesem Anfangsgehalt kommen 40 dann jene Zuckermengen hinzu, welche bei der Teigbereitung durch die Wirkung stärkeverzuckernder Enzyme (Amylasen) des Mehles, bezw. gewisser Zellen des Mehlkörpers, entstehen, welche zuerst durch DUBRUNFAUT (1) etwas genauer studiert wurden. Im Mais wurde durch L. CUISINIER (1) die Glucase entdeckt, welche fähig ist, sowohl Stärke als 45 auch Maltose in Glucose überzuführen und daraufhin durch R. GÉDULD (1) eingehend untersucht wurde; sie ist zufolge der durch G. H. MORRIS (1) unternommenen überprüfenden Feststellungen nicht auch in Weizen, Roggen oder Gerste vorhanden. Diese letzteren drei Brotfrüchte enthalten zufolge BEIJERINCK (1) eine anfänglich als Maltase bezeichnete 50 Amylase, welche die Stärke in ein Gemenge von Maltose und Erythrodextrin umwandelt und ihren Hauptsitz in jenen außen liegenden, der Schale nahen Zellen des Mehlkörpers hat, die man als Aleuronschicht

bezeichnet: diese sogen. Maltase darf aber nicht mit der Hefenmaltase (s. Bd. IV, S. 412) verwechselt werden.

Die reine Mehlteiggärung, also ohne Verwendung eines Zusatzes von Sauerteig oder Hefe, steht übrigens noch in manchen Gegenden in 5 Norddeutschland bei der Bereitung von Schrotbrot in Gebrauch, so z. B. bei derjenigen des sogen. Wasserbrotes in Posen. Sonst überall in civilisierten Ländern bedient man sich in der Bäckerei zum Auftreiben des Brotteiges eines der eben genannten zwei Hilfsmittel. Von ihnen handeln die folgenden zwei Paragraphen.

10 Mykologisch noch nicht erforscht ist die Gärung des Nürnberger Lebkuchenteiges. Man bereitet ihn durch Vermischen von Honig, Sirup u. dergl. mit Mehl, das mit Pottasche versetzt ist, aus welcher im Verlaufe der langen, durch mehrere Monate sich hinziehenden Gär- und Lagerungszeit dann auflockernde Kohlensäure entbunden wird, und zwar 15 vermutlich infolge der Einwirkung von Säuren, die im Teig durch Bakterientätigkeit entstanden sind. Bakteriengärung scheint, nebenbei bemerkt, auch bei der Bereitung des in Venezuela und Westindien unter dem Namen Chicha beliebten Genußmittels sich abzuspielen, welches zufolge V. Marcano (1) auf die Weise zustande kommt, daß man Mais- 20 körner durch 4—6 Stunden in Wasser weicht, hierauf durch kurze Zeit kocht und dann stehen läßt: es tritt nun bald eine lebhafte Gärung in dem Breie ein, über deren Erreger jedoch nichts Zuverlässiges bekannt ist, die jedoch gewiß zur Bildung von Alkohol führt, von dem in einem Falle 52,7 ccm (41,8 g) aus einem Kilogramm derart vergorenen Teiges 25 abgeschieden werden konnten. Ueber die im gekochten Reise beim Stehenlassen sich entwickelnde und faulige Zersetzung bewirkende Flora hat F. Kita (1) einige Beobachtungen angestellt.

Die Verfärbung, welche das Mehl beim Versetzen mit Wasser erleidet, ist keine Organismenwirkung, sondern auf die Hydrolyse gewisser 30 Eiweißstoffe zurückzuführen, als deren Erreger durch Mège-Mouriès (1) ein von ihm als Cerealin bezeichnetes und angeblich in den sogen. Kleberzellen sitzendes Enzym erklärt wurde, welches beim Einteigen den Kleber in eine dunkelfarbige Schmiere umwandle, welcher Behauptung später aber W. Johannsen (1) auf Grund überprüfender Versuche wider- 35 sprochen hat. Nach neueren Untersuchungen durch L. Boutroux (3) ist diese Veränderung das Werk einer als Oxydine bezeichneten Oxydase (s. Bd. I, S. 690), welche zufolge der durch Effront (1) mitgeteilten Beobachtung Albiña's fast ausschließlich im Keimling seinen Sitz haben soll. Ein gröberes (also an Schalenteilen und Keimlingsbruchstücken 40 reicheres) Mehl wird somit einen dunkleren Teig und ein dunkleres Brot liefern; der Name Schwarzbrot für Roggenbrot drückt dies deutlich aus. Ueber die insbesondere durch Mège-Mouriès angestellten Bemühungen, jene Enzymwirkung zu verhindern und so auch aus grobem Mehl ein weißes Brot zu gewinnen, findet man bei L. Boutroux (4) nähere An- 45 gaben. J. Chappuis (1) hat zu dem Zwecke sogar eine Behandlung des Mehles mit Wasserstoffsuperoxyd vorgeschlagen. Weitere Beiträge zur Kenntnis dieser Verfärbung und der sie bewirkenden Enzyme des Weizenkornes haben Bertrand und Muttermilch (1) erbracht.

Die Umsetzungen, welche im lagernden Mehle sich ab- 50 spielen, sind in bakteriologischer Hinsicht bisher noch wenig erforscht. Das Ansteigen des Keimgehaltes hat Hiltner (1) durch einige Versuchsergebnisse veranschaulicht. Ueber die Selbsterhitzung sind nähere Angaben auf S. 612 des Ersten Bandes zu finden. In chemischer Hinsicht

ist hauptsächlich die Veränderung der Säurigkeit studiert worden. Diese schwankt zufolge GÜNTHER (1) in frischem Weizenmehle zwischen 0,004 und 0,023 Proz. und in Roggenmehlen zwischen 0,023 und 0,045 Proz., auf Milchsäure berechnet. PLANCHON (1) fand die Grenzwerte von 0,095 und 0,110 Proz. in frischen und von 0,145 und 0,51 Proz. in verdorbenen, zum Backen nicht mehr tauglichen Mehlen. DOMBROWSKY (1) ist unter Verwendung eines besonderen Verfahrens zu weit höheren Befunden gelangt. BALLAND (1) hat durch Untersuchungen an den Mehlen der Militärmagazine zu Paris das Ansteigen des Säuregehaltes eingehend verfolgt und hat festgestellt, daß dieser am geringsten während des Winters ist, in welchem er zu 0,012 Proz., auf Milchsäure berechnet, befunden wird, und daß sein Höchstwert (0,033 Proz.) im Sommer auftritt. Die Geschwindigkeit des Ansteigens der Säurigkeit nimmt mit dem Feinheitsgrade des Mehles zu. Weil BALLAND (2) im ungemahlenen Roggen selbst während der Beobachtungsdauer von zehn Jahren eine nur geringe, unwesentliche Säurezunahme bemerken konnte, empfiehlt er, für Zwecke der Proviantierung nicht Mehl sondern ganzes Korn einzulagern. Aus Untersuchungen, die er gemeinsam mit DROZ ausgeführt hat, schließt BALLAND (7), daß das Ansteigen der Säurigkeit im lagernden Mehle auf eine Abspaltung von Säuren aus den Fetten zurückzuführen ist. BALLAND (5) konnte auch feststellen, daß Mehl, welches in Kühlräumen bei +2° bis −2° C unter Abschluß von Feuchtigkeit eingelagert war, volle drei Jahre hindurch sich unverändert erhielt, und empfiehlt also dieses Verfahren der Haltbarmachung, sofern man nicht vorziehen kann, das weniger zersetzliche (ungemahlene) Getreide einzulagern. In Mehl, das in Säcken eingelagert ist, entstehen zufolge BALLAND (3) auch giftig wirkende alkaloidähnliche Substanzen (vergl. S. 383). Daß durch ein zum Schutze gegen Pilzbefall vorgenommenes Schwefeln der Lagerräume das in diesen belassene Mehl seine Backfähigkeit einbüßen kann, hat BALLAND (6) an einem Falle erfahren. BOUSSON (1) hat vorgeschlagen, das Mehl zwecks Haltbarmachung mindestens eine Stunde lang auf 100° C zu erhitzen und dadurch zu trocknen und hierauf sofort in dicht zu verschließende Gefäße zu verpacken. Eine umfassende Kennzeichnung der Veränderungen des Mehles unter verschiedenen äußeren Bedingungen gibt BALLAND (8). Eine Untersuchung des Verlaufes und des Ergebnisses der Zersetzung des Weizenmehles und des Maismehles hat auch A. SCALA (1) angestellt.

Das Bleichen der Mehle durch chemische Mittel kommt insbesondere in Nordamerika immer mehr in Aufnahme. Das dazu vorgeschlagene Ozon (bezw. ozonisierter Sauerstoff) hat sich zufolge C. BRAHM (2) und E. FLEURENT (1) nicht bewährt, weil das damit geschönte Mehl und das aus solchem bereitete Brot einen widerlichen Geruch bekommt; zufolge AVERY (1) soll es überhaupt nicht bleichen. Wohl aber wird das (meist auf elektrochemischem Wege erzeugte) Stickstoffdioxyd, insbesondere nach ALSOP's (1) Patent, viel verwandt, und zwar zufolge FLEURENT, der auch ein Verfahren zur Nachweisung solcher Bleichung gegeben hat, in der Menge von 15—40 ccm auf ein Kilogramm Mehl. Die Backfähigkeit soll dadurch angeblich nicht nur nicht leiden, sondern sogar eine Erhöhung erfahren, die aber freilich zufolge J. F. HOFFMANN (1) nur vorübergehend ist. Weil jedoch derart gebleichtes Mehl zufolge AVERY immer geringe Mengen von Nitriten enthält, die zufolge ALWAY und PINKNEY (1) in manchen Fällen dann sogar noch im Brot nachzuweisen sind, werden durch sie möglicherweise auch

die Gärerreger im Brotteig beeinflußt. In wie weit der Keimgehalt der Mehle durch derartiges Bleichen vermindert und verändert wird, ist noch nicht genauer untersucht; Fleurent gibt an, daß ein gebleichtes Mehl beim Lagern um so langsamer sauer werde, je mehr Stickoxyde 5 es aufgenommen habe. Man vergleiche dazu auch Silberberg (1).

Die Untersuchung der Eierteigwaren, wie Nudeln, Maccheroni u. dgl. m., auf ihren Gehalt an Eigelb (Dotter), d. h. die Ermittlung der auf die Gewichtseinheit verarbeiteten Mehles bezogenen Anzahl von Eiern, ist eine dem Nahrungsmittel-Chemiker nicht selten gestellte Auf- 10 gabe. A. Juckenack (2) hatte zu deren Lösung ein Verfahren vorgeschlagen, welches auf die gewichtsanalytische Bestimmung der in der Probe vorhandenen Menge an Lecithin (bezw. Lecithinphosphorsäure) gegründet ist. Die Zuverlässigkeit dieses Verfahrens ist durch mehrere Forscher angezweifelt worden, welche bemerkt hatten, daß die Eier- 15 teigwaren beim Lagern eine auch das Lecithin treffende Zersetzung erleiden; man vergleiche über diese bisher rein chemische Streitfrage H. Lührig (1), H. Jaeckle (1 u. 2), Juckenack und Pasternack (1), Wintgen (1), L. Lepère (1), H. Matthes (1), Beythien und Atenstädt (1), A. Zoso (1) und Matthes und Hübner (1). Ob an dieser 20 Zersetzung auch Mikroorganismen sich betätigen, ist bisher noch nicht genau geprüft. Um bei der fabrikmäßigen Nudelbereitung in feuchtem Klima das leicht eintretende Sauerwerden der frischen Nudeln während des zu langsam verlaufenden Trocknens zu verhüten, setzen manche Nudelmacher dem Teige ein Pilzgift zu; ein solcher Säuerungsverhüter 25 wurde zufolge S. Grimaldi (1) unter dem Namen Acidofugo in einer toskanischen Fabrik verwendet und als ein mit Naphtolgelb gefärbtes Gemisch von Natriumbikarbonat und Alaun erkannt. In gleichem Sinne werden nebenbei wohl auch jene Zusätze wirken, welche angeblich nur zum Zwecke des Bleichens manchmal dem Teige einverleibt werden; 30 eine derartige käufliche Bleichflüssigkeit befand Grimaldi (2) als Auflösung von Natriumsulfit und freier schwefligen Säure in Wasser.

§ 125. Die Sauerteig-Gärung.

Der Gebrauch des Zumischens von gärenden süßen Säften, insbesondere von Weinmost, zum Mehle bei der Teigbereitung ist uralt und 35 reicht in vorgeschichtliche Zeit zurück. Zuerst wohl nur aus geschmacklichen Rücksichten geübt, erwies er sich bald als nützlich für die Auflockerung des Teiges. Insbesondere der Hochzeitskuchen (mustacea) der Römer, dessen auch Juvenal in seiner berühmten Sechsten Satire erwähnt, wurde derart bereitet. Dieses Hilfsmittel war aber nicht immer 40 verfügbar und den Bewohnern rauher, hochgelegener Gegenden überhaupt nicht zugänglich. Es ist so erklärlich, daß man bald lernte, auf die Weise vorzusorgen, daß man etwas von derartigem Teige aufbewahrte und in den Zeiten des Mangels an gärendem Fruchtsaft dann an dieses letzteren Statt verwendete. Während der langen Aufbewahrung kamen 45 in dem lagernden Teige, in welchem die Tätigkeit der Hefenzellen infolge des eingetretenen Mangels an Zucker zum Stillstand gekommen war, dann säurebildende Bakterien ans Werk: der Sauerteig war nun da. Auf solche Weise muß, wenigstens der Hauptsache nach, dieses Gärmittel entstanden sein; denn die naheliegende Erwartung, daß sich auf einem 50 gewöhnlichen Mehlteige von selbst Hefen einfinden und entwickeln

werden und also sozusagen auf synthetischem Wege sich Sauerteig gewinnen lasse, ist in den darauf hingerichteten Versuchen HOLLIGER's (1) nicht eingetroffen. War nun aber einmal die Bäckerei mit dem Sauerteig als Hilfsmittel vertraut geworden, dann blieb er es durch die Macht der Gewohnheit auch für ständig. So sehen wir ihn denn bis zu Beginn 5 des siebzehnten Jahrhunderts in Frankreich als den alleinigen Gärerreger bei der Brotbereitung in Gebrauch, und nur die Kuchenbäckerei, welche ihn wegen dessen Säurigkeit meiden mußte, bediente sich der Bierhefe, später dann der Preßhefe, welche schließlich auch in die Brotbäckerei eindrang. Dem Gang der geschichtlichen Entwicklung folgend, haben 10 wir also dem Sauerteig den Vorrang bei der Besprechung zuzuerkennen.

Die Erkenntnis des Wesens der Brotgärung als alkoholischer Gärung durch MALOUIN (1) im Jahre 1760 war geradezu der erste Schritt der Gärungsphysiologie. PARMENTIER (1 u. 2) bestätigte sechs Jahre darauf die Richtigkeit dieser Deutung, indem er durch Destillation Alkohol aus 15 dem Sauerteig abschied. Genauere Rechenschaft über den Verlauf dieses Vorganges versuchte DUMAS (1) im Jahre 1843 zu geben. Bald darauf, in den fünfziger Jahren, trat aber insofern ein Rückschlag ein, als MÈGE-MOURIÈS sein Cerealin (s. S. 508) auch für den Erreger der Alkoholgärung im Brotteig erklärte. A. GIRARD (1) zeigte dann im Jahre 1885, 20 daß die aus dem Sauerteig abgeschiedenen Mengen von Kohlensäure und Alkohol zueinander in jenem Verhältnis stehen, welches PASTEUR für die Alkoholgärung des Zuckers durch Hefe (s. Bd. IV, S. 373) ermittelt hatte.

Ueber die Art der Erreger war man um diese Zeit aber noch 25 durchaus nicht einig. Im Gegensatz zu ENGEL (1), welcher im Jahre 1872 einen als *Saccharomyces minor* bezeichneten Sproßpilz als das Treibende hingestellt hatte, behauptete CHICANDARD (1) elf Jahre darauf, daß er im Sauerteig überhaupt keine Hefen habe mikroskopisch nachweisen können, wie auch, daß diejenigen des Hefenteiges während dessen 30 Gärung nicht zunähmen, sondern nach und nach verschwänden, während hingegen Bakterien sich reichlich vorfänden und üppig vermehrten und als der eigentliche und alleinige Gärerreger erklärt werden müßten, welcher später dann in der Literatur den Namen *Bacillus glutinis* führte. CHICANDARD begründete seine Meinung auch in chemischer Hinsicht mit 35 dem Hinweis darauf, daß er in 100 g Mehl nicht mehr reduzierenden Zucker (0,9 g) vorgefunden habe, als in den jener Mehlmenge entsprechenden 160 g Teig und 140 g Brot vorhanden waren; er hat eben die während der Teigbildung sich abspielende Zuckerbildung durch die Amylase des Mehles (s. S. 507) nicht berücksichtigt, eine Erinnerung, 40 die man auch gegenüber einer Arbeit PARENTI's (1) machen muß. Er fand mit seiner Behauptung aber bald darauf vollen Beifall bei MARCANO (2) und bedingten auch bei BOUTROUX (1). In der gleichen Richtung bewegt sich auch eine Untersuchung aus dem Jahre 1885 von E. LAURENT (2), welcher aus Sauerteig mit Hilfe des Plattenverfahrens 45 einen Spaltpilz abschied, den er für den Erreger der Sauerteiggärung hielt und als *Bacillus panificans* bezeichnete. Das in A. WIGAND's (1) Abhandlung aus dem Jahre 1884 aufgeführte *Bact. farinaceum* sollte sogar direkt aus dem Kleber (also durch Urzeugung) entstehen. POPOFF (1) schied im Jahre 1890 aus Pariser Brotteig einen fakultativ anaeroben 50 Bazillus ab, welcher Gase und Milchsäure hervorbringt und, nach der Meinung seines Entdeckers, eine wichtige Rolle bei der Brotgärung spielen solle.

Diesem Standpunkte gerade entgegengesetzt ist das Ergebnis der Untersuchungen, die in den Jahren 1887 und 1888 durch JAGO (1), ARCANGELI (1) und DÜNNENBERGER (1) angestellt wurden, welche übereinstimmend nur die Hefe allein für das wesentlich Wirkende im Sauer-
5 teige erklärten. BOUTROUX (2) trat ihnen dann bei.

Eine vermittelnde Stellung nahm zunächst PETERS (1) ein, welchem wir die erste eingehendere Untersuchung über die Flora des Sauerteiges verdanken. Er fand in diesem neben dreierlei Arten von Saccharomyceten, deren eine er für *Sacch. minor* ansprach, und einer *Mycoderma*-Art
10 fünferlei Arten von Bakterien, unter diesen letzteren ein als *Bacterium C* bezeichnetes Essigsäurebakterium, und erklärte die Brotgärung für ein Nebeneinander von Erscheinungen, nämlich der durch Hefen besorgten und wichtigsten Alkoholgärung und der durch Bakterien bewirkten übrigen Umsetzungen, wie Säurebildung u. dgl. Ihm an die Seite zu
15 stellen ist A. WOLFFIN (1), welcher, im Jahre 1894 die Frage neu aufgreifend, zu dem Schlusse gelangte, daß die Sauerteiggärung als eine kombinierte Gärung aufzufassen sei, welche gemeinsam durch *Sacch. minor* und *Bact. levans* (s. S. 505) durchgeführt werde. In einem Gramm Sauerteig fand er 78 Millionen jenes Sproßpilzes, dessen Merkmale mit
20 ENGEL's Beschreibung übereinstimmten: kugelige Zellen von 3.5—6 μ Durchmesser, die auf 7—8 μ Dicke anschwellen, wenn sich in ihrem Innern die 3 μ großen kugeligen Ascosporen (2—4 in einer Zelle) bilden.

W. HOLLIGER (1) hat aber dann im Jahre 1902 auf Grund umfassender Nachprüfung an sehr reichlichem Materiale zeigen können, daß
25 *Bact. levans* wohl der Erreger der Mehlteiggärung ist, daß er aber im Sauerteig nur spärlich vorkommt und bei der Sauerteiggärung, trotzdem er im Mehl sehr reichlich vorhanden ist, keine merkliche Rolle spielt. Dies läßt sich übrigens schon aus der feststehenden und auch durch GIRARD's Analysen (s. S. 511) veranschaulichten Tatsache folgern, daß die
30 aus dem Sauerteig entbundenen Gase so gut wie keinen Wasserstoff enthalten, sondern nur aus Kohlensäure und der mit dieser entwichenen Luft zusammengesetzt sind, welch letztere ja, wie bekannt, von Mehl sehr reichlich absorbiert wird.

In der Flora des Sauerteiges überwiegen zufolge HOLLIGER die
35 Bakterien insofern, als deren Anzahl mindestens das Vierfache von jener der Hefenzellen beträgt. Letztere vermehren sich aber während der Brotgärung sehr lebhaft und laufen den Spaltpilzen bald den Rang ab. So z. B. wurde in einem Versuche in einer kleinen Oese eines aus 60 g Mehl und 2 g Sauerteig hergestellten und weiterhin bei Zimmertemperatur
40 gehaltenen Brotteiges gefunden: zu Beginn 476, nach 2 Stunden 952, nach 6 Stunden 1040, nach 10 Stunden 2320 Hefenzellen. Fast die gesamte Bakterienflora des Mehles überhaupt und jene Arten, welche (wie *Bac. fluorescens liquefaciens* u. a. m.) die Nährgelatine zu verflüssigen vermögen, insbesondere werden während des Verknetens des Mehles mit
45 dem Sauerteige abgetötet. Verschont bleibt nur eine einzige Gruppe von Spaltpilzen, nämlich Milchsäurebakterien vom Typus des *Bact. lactis acidi* LEICHMANN (s. S. 75). Hingegen entwickeln sich während der Brotgärung zu großer, schließlich mehrere Millionen im Gramm Teig erreichender Anzahl solche Bakterien, welche dem Typus des *Bacillus acidi-*
50 *ficans longissimus* LAFAR (s. Bd. V, S. 296) nahestehen, also gleichfalls Milchsäurebildner sind; sie werden von HOLLIGER für die dem Sauerteig wesentlichen Bakterien angesehen und darum kurzweg als Sauerteigstäbchen bezeichnet. Ihr biologisches Verhältnis zu den Hefen ist ähn-

lich dem im gesäuerten Hefengut der Brennerei (s. Bd. V, S. 286) herrschenden: die Milchsäurebakterien halten andere, säurescheue Bakterien, insbesondere *Bact. levans* und die Erreger von Fäulnis und von Buttersäuregärung, nieder und fördern überdies durch die Schaffung saurer Reaktion auch direkt die Hefenentwicklung. Auch W. HENNEBERG (3) 5 hat ein solches Milchsäurebakterium des Sauerteiges unter dem Namen *Bacillus panis fermentati* genauer beschrieben, das zu jener Untergruppe von Milchsäurebakterien gehört, welche die Milch nicht koagulieren; man vergleiche über diese letzteren den vor kurzem durch F. LÖHNIS (1) unternommenen Versuch der Aufstellung eines neuen Systems der Milch- 10 säurebakterien und ihrer Kennzeichnung.

Weil, abgesehen von dem durch die Hefe gelieferten geringen Anteil, die im gärenden Brotteig entstehenden Mengen von Säure durch jene Bakterien gebildet werden, wird die Säurigkeit des Brotes durch die Bedingungen bestimmt, unter denen man den Teig gären läßt, 15 also insbesondere die eine Auslese treffende Höhe der Temperatur und die Dauer der Gärung (des „Ruhens" im Sprachgebrauch der Bäcker). Die Säurigkeit des Brotes hält sich gewöhnlich zwischen 2—8 Graden, d. h. der wässerige Auszug von 100 g Brot bedarf zur Sättigung bis zur auftretenden Phenolphtalein-Reaktion 2—8 ccm Normal-Lauge. Wie 20 K. B. LEHMANN (3) gezeigt hat, ist ungefähr die Hälfte des (durch Titrieren ermittelten) Gesamt-Säuregehaltes des Schwarzbrotes auf Rechnung der sauren Phosphate (insbesondere der des Kaliums) zu setzen. Von der anderen Hälfte entfällt der Hauptanteil auf die Essigsäure, nämlich 50—75 Proz. der Gesamtmenge der vorhandenen freien Säuren. 25 Der Rest verteilt sich dann vorzüglich auf Milchsäure und in zweiter Linie auf die Buttersäure und die Ameisensäure. DOMBROWSKY (1) hingegen gibt an, daß von der (gegen Phenolphtalein eingestellten) Säurigkeit der durch ihn untersuchten Brotteig-Proben 50,8 Proz. auf Essigsäure, 25,3 Proz. auf Milchsäure und 22,6 Proz. auf saure Phosphate 30 entfielen, und daß von ihr dann im fertigen Brote nur ein Bruchteil noch vorhanden war, und zwar durchschnittlich im Roggenbrot ungefähr 75 Proz., im Graubrot 70 Proz. und im Weizenbrot 58 Prozent.

Auch die Mengen von Alkohol hängen von der Gärführung ab. BOLAS (1) hatte im Jahre 1873 in englischen Broten 0,22—0,40 Proz. 35 vorgefunden. O. POHL (1) bestimmte sie im Jahre 1906 in zwei Proben von frisch gebackenem Weizenbrot, welches mittelst Sauerteiges bereitet war, zu 0,07—0,08 Proz. und in solchen von Hefenbrot zu 0,05 Prozent. Ob dieser Alkohol ausschließlich durch Hefentätigkeit entsteht, ist noch nicht genauer geprüft. Unbedingt sicher oder notwendig ist dies 40 nicht. Denn wir kennen schon ziemlich viele Spaltpilz-Arten, welche derartiges auch zu leisten vermögen. Der § 90 des 18. Kapitels des Vierten Bandes wird eine Reihe von Angaben über die Alkoholbildung durch Bakterien bringen. Aber auch schon im vorliegenden Bande sind solche zu finden, so insbesondere auf S. 66 in betreff des dem *Bact. levans* 45 so nahverwandten *Bact. coli commune*. Und das auf seinen Chemismus hin auf S. 107 betrachtete *Bact. lactis aerogenes* vermag zufolge neuerer Feststellung durch HARDEN und WALPOLE (1), ebenso wie das letztgenannte Darmbakterium, sowohl aus Glucose als auch aus Mannit außer Aethylalkohol, Gas und Säuren auch noch Butylenglycol und Acetyl- 50 methylcarbinol hervorzubringen. Ueber das in Mehlen häufige Vorkommen von Bakterien, welche aus Stärke oder aus Zucker reichliche Mengen von Butylalkohol zu bilden vermögen und in die durch BEIJERINCK

aufgestellte Gruppe der *Granulobacter*-Arten (s. S. 506) gehören, vergleiche man S. 402 des Vierten Bandes, wo man auch über die Bildung von Amylalkohol einige Angaben findet, denen eine neuere Mitteilung von F. Schardinger (1) anzufügen ist. Ein Teil des bei der Brotgärung 5 im Teige entstandenen Aethylalkoholes entweicht dann beim Backen. Mousette (1) hat im Jahre 1854 in den aus dem Backofen austretenden Dämpfen 1,6 Proz. Alkohol und 0,06 Proz. Essigsäure nachgewiesen. Snyder und Voorhees (1) haben in Nordamerika im backreifen Teige etwas über ein Prozent Alkohol vorgefunden, der dann während des 10 Backens sich fast ganz verflüchtigte, so daß das frische Brot ihn bloß noch in Spuren aufwies.

Inwieweit die durch die Brotgärung entstandenen Alkohole und Säuren während des Backens dann zu wohlriechenden Estern zusammentreten und so zu dem eigentümlichen Dufte beitragen, durch welchen 15 das mittelst Sauerteiges bereitete Brot sich auszeichnet, wäre erst noch genauer zu untersuchen. Zu prüfen wäre aber auch die andere Frage, ob und inwieweit dieses Aroma unmittelbar der Wirksamkeit von Aromabildnern zu danken ist, deren es vornehmlich unter den Spaltpilzen (s. S. 299), jedoch auch unter den Hefen (s. Bd. IV, S. 394) nicht 20 wenige gibt; man vergleiche über jene ersteren auch Beck (1) und H. Huss (1).

Die Hefen des Sauerteiges harren noch einer vergleichenden Bearbeitung. Boutroux hatte angeblich viererlei Arten gefunden, Peters deren drei. Die durch Holliger abgeschiedenen zeigten untereinander 25 Abweichungen, insbesondere wirkte die Bruttemperatur (37°) nicht auf alle entwicklungshemmend; keine zeigte so kleine Abmessungen, wie sie Engel von seinem *Sacch. minor* angibt. Wolffin's Hefe (s. S. 512) wuchs auf alkalischem Nährboden nicht minder üppig als auf neutralem oder saurem. Von den durch Budinoff (1) aus russischem Soldatenbrot-Sauer- 30 teig abgeschiedenen zwei Arten vergor die eine die Bierwürze stärker als die andere. E. Pantanelli (1) hat aus römischem Brotteig eine Hefenart abgeschieden, die er dann, nebenbei bemerkt, zu seinen Studien über Zelldruck (Turgor), Plasmolyse und Turgorregulation bei Hefen benützte, eine Frage, über welche man eingehende Untersuchungen und 35 Literaturnachweise bei N. H. Swellengrebel (1) findet. Schiötz-Christensen (1) hat in Proben von dänischem Sauerteig das Verhältnis der Zellzahl von Bakterien, Schimmelpilzsporen und Hefen zu 8 : 3,5 : 2,5 ermittelt.

Wie über die feineren Glieder des Chemismus der Brotgärung über- 40 haupt, so wissen wir, soweit die Tätigkeit der Gärrerreger in Frage kommt, auch über das Schicksal der Proteine des Mehles insbesondere sehr wenig, ein Mangel, an welchem allerdings die Rückständigkeit der Forschung auf dem Gebiete der Chemie der Proteine die Hauptschuld trägt. Daß auch proteolytische Enzyme im gärenden Brotteig tätig 45 sind, kann nicht bezweifelt werden; Scheurer-Kestner (1) hat sie ja sogar in den Dienst seines Verfahrens zur Herstellung sogen. Fleischbrotes gestellt. Die Wirkung dieser Enzyme wird im alten Sauerteig sehr auffällig; denn solcher enthält, wie H. B. Stocks (1) gezeigt hat, infolge weit vorgeschrittenen Eiweißabbaues sogar Ammoniak. Die von G. Barth 50 unternommenen Versuche, über welche C. J. Lintner (1) berichtet, haben in Widerspruch zu einer Behauptung Sellnick's gezeigt, daß während der Dauer und unter den Bedingungen der Brotteiggärung sowohl Bierhefe als auch Preßhefe den Kleber des Mehles nicht angreift. Der ge-

ringere Gehalt des Brotes an Fett ist zufolge Snyder und Voorhees (1) auf teilweise Verflüchtigung während des Backens zurückzuführen. Ob auch Fettspaltung während der Teiggärung, sei es durch Mehlenzyme oder durch Gärerreger, eintritt, bleibt noch genauer zu prüfen: man vergleiche dazu die ausführlichen Angaben betreffend die Zerstörung der Fette durch Kleinlebewesen auf S. 374 u. f. des vorliegenden Bandes. Bei der Aufbewahrung des lagernden Sauerteiges werden die in ihm enthaltenen Hefenzellen nach und nach der in § 99 des 20. Kapitels des Vierten Bandes eingehend besprochenen Selbstverdauung verfallen und absterben, so daß also sehr alter Sauerteig sehr schwache Wirkung entfalten oder sogar ganz versagen wird. Auch diese Tatsache ist schon seit langem bekannt und wird durch das sogen. Auffrischen verhütet, welches darin besteht, daß man den alternden Sauerteig ab und zu mit etwas Mehl und Wasser verknetet, ihm so frische Mengen von Zucker zuführt und durch diesen die Hefenzellen zu neuer Zelltätigkeit anregt. Diese kann noch dadurch verstärkt werden, daß man entsprechend einem Vorschlage Balling's eine süße Malzwürze anstatt des Wassers verwendet. In der Schweiz pflegt man, wie Dünnenberger angibt, zu dem Zwecke einen unter Malzzusatz hergestellten Absud von Hopfen zu verwenden, welcher durch seine Harze bakterienfeindlich (s. Bd. IV, S. 138) wirkt, und erhält so den sogen. Hob oder Hebel. Auf letztere Schutzstoffe ist es wohl auch bei der Bereitung der dünnflüssigen sogen. schottischen Germ, die zufolge Boutroux (2) in Schottland als Parisian barm in Fläschchen verkauft wird, abgesehen, über welche Jago (2) berichtet, wie auch bei der Bereitung der sogen. Stockhefe in Nordamerika, über die man bei Sacc (1), Pasteur (1) und Maurizio (1) einige Angaben findet.

Unter dem Namen Żur wird von der polnischen Bevölkerung in der preußischen Provinz Posen und in Russisch-Polen eine beliebte Fastenspeise aus Roggenmehl derart bereitet, daß dieses mit lauwarmem Wasser zu einem dünnflüssigen Breie angerührt und mit etwas Sauerteig versetzt wird, durch welch letzteren das Gemisch innerhalb 24 Stunden eine Gärung durchmacht, die zur Bildung von Gas (Kohlensäure), etwas Alkohol und viel Milchsäure (ca. 0,9 Proz. führt). Als Gärerreger wirken zufolge K. Teichert (1) Hefen von oblonger Zellgestalt und Milchsäurebakterien vom Typus des *Bact. lactis acidi*. Dieses Produkt ist nach Bereitungsweise und Beschaffenheit dem russischen Kwaß ähnlich, über den man nähere Angaben auf S. 252 des Fünften Bandes findet.

§ 126. Die Hefenteig-Gärung.

Malouin (1) nennt in seinem auch heute noch lesenswerten Buche die Erfindung des Gebrauches der Bierhefe zur Teigbereitung einen „merkwürdigen Zeitpunkt“ in der Geschichte des Bäckereiwesens. In Paris geschah dies zu Anfang des 17. Jahrhunderts, jedoch zunächst bloß bei der Bereitung von Milchbrot und nicht unter allgemeinem Beifall; denn manche behaupteten, daß derartiges Brot auf die Nerven den gleichen schlimmen Einfluß ausübe wie das Bier. Die medizinische Fakultät zu Paris mißbilligte in ihrer Sitzung vom 24. März 1688 durch Mehrheitsbeschluß den Gebrauch der Bierhefen, und erst durch Verfügung des zur Entscheidung angerufenen Parlamentes zu Paris vom 21. März 1670 wurde er den Bäckern in dieser Stadt unter der Bedin-

gung erlaubt, daß die Hefe aus einer Pariser Brauerei bezogen werde, daß sie frisch sein und gemischt mit Sauerteig verwendet werden müsse. D. G. Schreber, der Herausgeber der im Jahre 1769 erschienenen deutschen Uebersetzung von Malouin's Werk, betonte aber in einer Fuß-
5 note, daß in deutschen Landen der Gebrauch von Hefe bei der Bereitung von Semmeln und Kuchen schon seit sehr langer Zeit in Uebung sei. Jedoch auch in Gallien selbst, wie auch in Spanien, hatte man nach des Plinius Berichten sich zu dessen Zeit schon einer Art Hefe bedient, welche bei der Bereitung eines aus Getreide hergestellten Getränkes
10 (wahrscheinlich einer Art obergärigen Bieres) an der Oberfläche der gärenden Würze sich ausschied.

Sowohl in Frankreich, wo also ihr Gebrauch im 17. Jahrhundert neu in Aufnahme gekommen war, als auch in Deutschland, wo er, wie eben gesagt, schon viel weiter zurückreicht, war es ausschließlich ober-
15 gärige Hefe, die dafür in Frage kommt. Das meiste Bier, das in letztgenanntem Lande damals erzeugt wurde, war nach dem Verfahren der Obergärung bereitet, worüber man bei H. von der Planitz (1) nähere Angaben findet. Diese Art der Bierbereitung wurde jedoch vom ersten Drittel des 19. Jahrhunderts an immer mehr und mehr durch das in
20 Bayern und Böhmen einheimische untergärige Verfahren verdrängt. In demselben Maße schwand den Bäckern die Möglichkeit des Bezuges obergäriger Bierhefe. Die Satzhefe der untergärigen Brauereien aber konnten die Bäcker nicht brauchen; denn sie macht durch ihren Gehalt an beigemengtem braunen Hopfenharz (s. Bd. V, S. 170) das Gebäck
25 mißfarben und bitter und entfaltet zudem nur geringe Triebkraft. Aus dieser Not heraus entstand das neue Gewerbe der Preßhefen-Erzeugung, also die Gewinnung von Hefe nicht als Abfall, sondern deren Züchtung als Hauptzweck, wobei die geerntete Hefe durch Auspressen (s. Bd. V, S. 100 u. 108) so stark entwässert wird, daß sie auch einen längeren
30 Weg nach dem Orte ihres Verbrauches ohne empfindliche Minderung ihrer Tauglichkeit zu überdauern vermag.

Aus den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts liegen die ersten Berichte über den Vertrieb von Preßhefe in Holland, Preußen und Sachsen vor, und aus diesen letzteren Ländern kam sie um das Jahr
35 1840 herum in einzelnen Proben auch nach Oesterreich und wurde da mit umso größerer Freude empfangen, als der Ruf des Wiener Luxusgebäckes als des köstlichsten auf dem ganzen Erdenrund gerade in diesen Jahren durch den insbesondere durch Dreher's Bemühung sich vollziehenden Uebergang der Wiener Brauereien vom obergärigen zum unter-
40 gärigen Betrieb ernstlich bedroht war. Auf Antrag des Bäckermeisters Leop. Wimmer beschloß der Niederösterreichische Gewerbeverein im Dezember 1846 eine im Mai 1847 dann genauer bestimmte Preisausschreibung auf ein Verfahren zur Erzeugung von brauchbarer Bäckerhefe. Daraufhin unternahm im folgenden Winter Ign. Mautner, damals
45 Braumeister und Brennereibesitzer zu St. Marx, einem Vororte Wiens, Versuche im kleinen. Auf deren erfolgreiches Ergebnis gestützt, konnte er (als der einzige Bewerber) dann im November 1849 sein neues Verfahren vorlegen, das allen Bedingungen vollauf entsprach, den ausgesetzten Preis zugeteilt erhielt und alsbald unter dem Namen des Wiener
50 Verfahrens der Preßhefen-Fabrikation seinen Eroberungszug antrat, der es zunächst nach Deutschland, weiterhin nach Frankreich usw. führte. Später erstand ihm ein Mitbewerber in dem sogen. Lüftungsverfahren, über das man auf S. 124 des Vierten und auf S. 267 und S. 315 des

Fünften Bandes einige Bemerkungen findet. Ausführliche Beschreibung beider Verfahren gibt O. Durst (1).

Es ist Holliger's (1) Verdienst, dargelegt zu haben, daß im Hefenteig zweierlei Zersetzungsvorgänge sich abspielen: neben der durch die Hefe durchgeführten Alkoholgärung, welche allein das Auftreiben des Teiges bewirkt, läuft noch eine Milchsäuregärung einher, deren Erreger dem Typus *Bacillus acidificans longissimus* Lafar (s. S. 93 und Bd. V, S. 296) nahestehen und sowohl im Mehle als auch in der Preßhefe vorhanden sind und durch ihre Tätigkeit das Aufkommen anderer Bakterienarten verhindern, so daß also die mykologischen Verhältnisse im Hefenteig ähnlich liegen wie im Sauerteig. Ein Unterschied besteht aber insoferne, als in letzterem verhältnismäßig wenige zellreiche Verbände vorhanden sind, im Hefenteig jedoch schon von Anfang an recht viele, so daß also in diesem an manchen Stellen eine sehr reichliche Gasansammlung und also die Bildung größerer Löcher sich geltend machen wird. Aus diesem Grunde trocknet auch ein mit Hefe hergestelltes Gebäck leichter und rascher aus als ein unter Verwendung von Sauerteig bereitetes, welches beträchtlich kleinere Löcher aufweist.

Das reichliche Vorkommen von Milchsäure-Bakterien in der Preßhefe des Handels, das schon durch Holliger (1) und durch Beijerinck (3) näher geprüft worden ist, erklärt sich leicht durch den Hinweis darauf, daß diese letztere ja in einem Nährboden herangewachsen ist, den man vor dessen Beimpfung mit Hefe absichtlich eine Milchsäuregärung hat durchmachen lassen, deren Erreger zum großen Teile dann in all den Fällen in die Hefenernte übergehen, in denen sie nicht vor dem Aussäen der Hefe abgetötet worden sind. Für das Verständnis der Bakterienflora der Preßhefe bieten demnach die in § 67 des 10. und in § 75 des 11. Kapitels des Fünften Bandes gegebenen Darlegungen über die biologischen Verhältnisse in der säuernden Maische die unentbehrliche Grundlage. W. Henneberg (3) hat aus Preßhefe sieben Arten von Milchsäurebakterien abgeschieden und als *Bacillus Listeri, Bac. Wortmanni, Bac. Haydueki, Bac. Buchneri, Bac. Leichmanni I, II, III* beschrieben; über sie, wie auch über den auf S. 513 genannten *Bac. panis fermentati*, findet man in den Tabellen auf S. 93 des vorliegenden und auf S. 300 und 301 des Fünften Bandes nähere Angaben. Ueber das Vorkommen von *Mycoderma*-Arten (s. Bd. V, S. 167) vergleiche man auch Henneberg (1), und über den durch Beijerinck (3) in holländischer Preßhefe aufgefundenen esterbildenden *Saccharomyces fragrans* bringt S. 94 des Vierten Bandes eine Bemerkung.

Bei der Schwarzbrotbereitung den Sauerteig durch Reinhefe zu ersetzen hat zuerst Schiötz-Christensen (1) in Kopenhagen mit vollem Erfolge versucht. Zu dem Zwecke wird ein Teil des zu verbackenden Mehles mit einem Malzauszug angerührt und so der Zuckergehalt erhöht. Das derart erhaltene Brot zeichnet sich auch durch geringen Säuregehalt aus und wird, wie O. Storch (1) berichtet, von Magenkranken viel leichter als Sauerteigbrot vertragen, weil es von Buttersäure und Essigsäure, die jenen Kranken sehr unbekömmlich sind, fast ganz frei ist und bloß Milchsäure allein enthält. Dank den Bemühungen P. Lindner's und seiner Mitarbeiter ist die von dem Berliner Institut für Gärungsgewerbe (s. Bd. V, S. 266) aufgefundene *Rasse XII*, über deren Morphologie man auch Henneberg (2) vergleiche, nun in den Preßhefenfabriken Deutschlands und auch anderer Länder und damit auch im Bäckereiwesen zu weiter Aufnahme gekommen. Gestützt auf das Ergebnis ver-

gleichender Backversuche mit Sauerteig, Bierhefe und Getreidepreßhefe, empfiehlt A. Sorel (1), ausschließlich diese letztere zur Brotbereitung zu verwenden.

Die Gärwirkung der Hefe und also die Größe und die Geschwindig-5 keit der Auftreibung des Teiges ist, wie schon H. Elion (1 u. 2) dargetan hat, von der Menge an gärfähigen Zuckern abhängig, die entweder schon im Mehle vorhanden waren oder durch dessen Enzyme erst während der Bereitung und Gärung des Teiges entstehen. Der letzteren Wirkung kann man durch einen Zusatz eines diastasehaltigen 10 Präparates verstärken. Ueber ein derartiges, als Diamalt bezeichnetes Produkt, das im wesentlichen als ein bei niedriger Temperatur eingedickter wässeriger Auszug von Grünmalz zu betrachten ist, vergleiche man Fr. Strohmer (1), M. Mansfeld (1) und I. Pollak (1). Ueber ähnliche Präparate, die im Handel unter den Namen Manna, Paniferin und 15 Diastase auftreten, haben Vandevelde und Masson (1) berichtet. Die Größe der durch Zuckerzusatz bewirkten Steigerung der Gärtätigkeit der Hefe im Brotteig ist selbstverständlich auch von der Art des Zuckers abhängig; Milchzucker erwies sich zufolge Vandevelde und Bosmans (1) als besonders förderlich, und ihm allein soll angeblich die bekannte 20 günstige Wirkung eines Zusatzes von Milch zum Teige zu danken sein, eine Behauptung, die der bekannten Schwergärbarkeit des Milchzuckers (s. Bd. IV, S. 420) aber zuwiderläuft.

Die Bereitung des Vorteiges, des Dampfels im Sprachgebrauch des Wiener Bäckers, verdient einige aufklärende Bemerkungen. Das 25 beim Auftreiben des Teiges Wirkende in der Hefe ist ein besonderer Zellinhaltsbestandteil, nämlich das als Alkoholase bezeichnete Enzym der Alkoholgärung, von welchem das 17. Kapitel des Vierten Bandes handelt, auf dessen S. 362 insbesondere darauf hingewiesen wird, daß der Gehalt an Alkoholase (und also auch das Vermögen zur Zuckerver-30 gärung und Gasbildung) in den Hefenzellen nicht etwas Beständiges ist. In der dem Bäcker gelieferten Preßhefe sind die Zellen in einer Art Ruhezustand. Wenn sie mit der erwünschten Raschheit wirken sollen, müssen sie erst wieder neu angeregt werden. Dies ist der Zweck der Vorteig-Bereitung. Die Hefe wird zunächst bloß mit einem Teil der zu 35 verbackenden Menge Mehles zu einem verhältnismäßig dünnen Teige, dem Vorteige, angerührt, den man bei günstiger hoher Temperatur hält. Die alsbald eintretende reichliche Zellvermehrung ist nicht bloß dieser letzteren allein sondern auch der Dünnheit des Teiges zu danken; denn die Entwicklung neuer Zellen bedingt einen lebhaften Stoffumsatz, und 40 dieser wieder ist nur bei Anwesenheit ausreichender Mengen Wassers möglich. Der reife Vorteig, der dann mit dem Rest des Mehles vermengt und verknetet wird, enthält jetzt neue, junge, lebensfrische Hefenzellen. Die Gesamtmenge des Teiges wird hierauf eine Zeitlang sich selbst überlassen. Dabei geht er auf, d. h. es tritt Gasbildung ein, als 45 Ergebnis der Wirkung der Alkoholase. Nach gewöhnlicher Annahme vermehren sich die im Vorteig herangezüchteten jungen Zellen weiterhin im Hauptteig noch reichlich. Es wäre jedoch der Mühe wert, zu prüfen, ob man während des Ruhens des Hauptteiges weniger mit einer weiteren Zellvermehrung zu rechnen habe, für die der geringere Wasser-50 gehalt des Hauptteiges den bis dahin an einen dünneren Nährboden gewöhnten jungen Zellen minder günstig ist, als vielmehr mit der Entstehung von Alkoholase in diesen letzteren. Denn es ist eine durch mehrere Forscher bemerkte und auf S. 364 des Vierten Bandes auch

kurz erwähnte Tatsache, daß die jungen, eben entstandenen Hefenzellen sehr arm an Alkoholase sind und diese erst später bilden. Man vergleiche darüber auch H. LANGE (1).

Ueber die Abhängigkeit der Größe der Triebkraft der Hefen von den äußeren Einflüssen wissen wir sehr wenig. Die erwünschte Auflockerung des Teiges und also auch des Brotes wird dann gesichert sein, wenn die durch die Alkoholgärung entstandene Kohlensäure in der richtigen Menge und feinen Verteilung im Teige zurückgehalten wird. Diese Aufgabe übernehmen gewisse Eiweißstoffe des Mehles, die durch ihre Zähigkeit die Entstehung elastischer Hüllen um die einzelnen Gasbläschen herum ermöglichen; es dürfen also die Hefen des Teiges nicht solche Enzyme zur Wirkung bringen, welche fähig sind, jene Hüllenbildner abzubauen. In dieser Richtung ist wahrscheinlich eine der Ursachen zu suchen, aus denen, wie auf S. 516 bemerkt worden ist, die untergärige Bierhefe eine geringere Triebkraft als die obergärige Preßhefe entwickelt. Der in Frage stehende Hüllenbildner braucht nicht gerade der Kleber allein zu sein, der ja zufolge LINTNER (s. S. 514) durch die Hefen nicht gelöst wird, dem gegenüber aber BEIJERINCK (2) zu einer gegenteiligen Beobachtung gelangt zu sein scheint. Für das volle Verständnis des Verlaufes der Teiggärung ist also auch die Kenntnis der proteolytischen Enzyme der Hefen unentbehrlich. Eines dieser Enzyme, nämlich die Endotryptase, ist in § 99 des 20. Kapitels des Vierten Bandes genauer gekennzeichnet. Ein anderes, vom Charakter des im 9. Kapitel des vorliegenden Bandes betrachteten Labes, das also in den mit Milch hergestellten Teigen sich wird geltend machen können, ist zuerst am *Lactomyces inflans caseigrana* bemerkt (s. S. 126) und später dann durch R. RAPP (1) in verschiedenen Bierhefen und Preßhefen nachgewiesen und näher geprüft worden. Ueber das Verhalten der Hefen zu Milch vergleiche man auch BOULLANGER (1), der jedoch nur mit Bierhefen gearbeitet hat. Eine zweite Ursache der Minderwertigkeit der untergärigen Bierhefen für die Zwecke des Bäckers kann möglicherweise in der Verschiedenheit der Größe der Empfindlichkeit gegen die Reizwirkung gewisser Bestandteile des Mehles liegen. Durch H. LANGE (1) ist festgestellt worden, daß Schrot oder Mehl von Roggen und Gerste, und in geringerem Maße auch die von Weizen, auf Hefe eine starke, unter Umständen geradezu giftige Wirkung auszuüben vermag, daß diese Fähigkeit durch Erhitzen des Schrotes oder Mehles vernichtet wird, und daß die untergärigen Bierhefen sich gegen jene Reizwirkung viel empfindlicher als die Spiritus- und Preßhefen erwiesen haben. Weitere Beiträge zur Kennzeichnung dieses vermutlich proteinartigen Reizstoffes und seiner Wirkung haben FR. HAYDUCK (1) und W. HENNEBERG (4) erbracht. Die Verschiedenheit von untergärigen und obergärigen Hefen gibt sich auch in manch anderer Hinsicht kund. In betreff der Ernährung mit Stickstoffverbindungen, über deren Chemismus H. PRINGSHEIM (1) vor kurzem eingehende Ermittlungen angestellt hat, ist auf S. 102 des Vierten Bandes eine von PETIT herrührende Beobachtung zu finden, und LINDNER und STOCKHAUSEN (1) haben bemerkt, daß gegenüber Aminosäuren und Purinbasen die obergärigen Hefen sich viel wählerischer als die untergärigen verhalten. Und auch in der Größe ihrer Leistungsfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen zeigt sich solches; in C. J. LINTNER's (1) Versuchen entfalteten die untergärigen Bierhefen die höchste Gärkraft bei 30° C, die Getreidepreßhefen und eine Weißbierhefe aber bei 45° C; und bei 50° C goren diese noch sehr

stark, jene hingegen nur noch sehr schwach und sind also gegen höhere Temperaturen empfindlicher.

Die Frage nach den Veränderungen, die beim Lagern der Preßhefe eintreten, wird an anderen Stellen dieses Handbuches erörtert, so insbesondere in § 27 des 5. Kapitels des Fünften Bandes, welcher auf S. 107 und auf S. 270 auch einige Angaben über das so sehr gefürchtete Weichwerden bringt, das weiterhin zur Verflüssigung führt. Diese Veränderung wird durch die auf der vorigen Seite erwähnte Endotryptase bewirkt.

Die Verluste an Substanz (Zucker und Stärke), welche mit der Hefenteig-Gärung verbunden sind, belaufen sich auf mehr als ein halbes Prozent. Sie steigen bei der Sauerteiggärung auf ein bis zwei Prozent des Mehlgewichtes an; Snyder und Voorhees (1) haben in ihren daraufhin gerichteten Untersuchungen den Verlust zu zwei Prozent ermittelt. Bei Annahme auch nur von einem Prozent kann man sagen, daß durch die Teiggärung allein in Deutschland soviel Mehl verloren geht, als eine halbe Million Menschen für ihr Brot bedarf. Es handelt sich demnach hier um recht ansehnliche Mengen. Diese zu erhalten, also die Teiggärung ganz zu vermeiden und die gewünschte Auflockerung auf billigere Art durch chemische Hilfsmittel zu erzielen, sind mancherlei Vorschläge aufgetaucht und zum Teil von der Praxis auch aufgenommen worden. Der erste derselben wurde, einer Mitteilung von R. D. Thomson (1) zufolge, gegen Ende des 18. Jahrhunderts von Henry in Manchester gemacht, dahin gehend, dem Teige eine bestimmte Menge von Salzsäure und kohlensaurem Natron zuzufügen, durch deren Umsetzung dann Kochsalz (ca. 1 Proz.) und Kohlensäure entstehen. In späteren Vorschlägen, wie sie insbesondere von Horsford und von Liebig ausgingen, wurde die Säure durch ein saures Phosphat ersetzt. Oder man verwendete das in der Hitze sich verflüchtigende Ammoniumkarbonat, wie auch Hirschhornsalz u. dgl. m. Nähere Angaben über diese Backpulver, welche in England und Nordamerika den unpassenden Namen yeast-powder führen, findet man bei Birnbaum (1), Boutroux (4), Maurizio (1), Hartmann (1) und Jago (3). Als wahres Hefenpulver kann hingegen die sterile Dauerhefe gelten, über welche man auf S. 362 des Vierten Bandes nähere Angaben findet. Sie besteht aus Hefenzellen, die als solche abgetötet sind, jedoch das Enzym der Alkoholgärung in wirkungskräftigem und haltbarem Zustande sich bewahrt haben. Sie hat in den durch K. Komers und E. von Haunalter (1) angestellten Backversuchen sich als brauchbar erwiesen und kann zur Versorgung der Seeschiffe auf langer Fahrt und im Kriegsfalle den Feldbäckereien wohl gute Dienste leisten. Als Curiosum sei schließlich noch angeführt, daß zufolge K. Fischer und O. Gruenert (1) in Holland nicht selten Seife als Auflockerungsmittel insbesonders bei der Zwiebackbereitung verwendet und öffentlich feilgehalten wird.

§ 127. Das Schleimigwerden des Brotes.

Von den krankhaften Veränderungen, welche das Brot beim Aufbewahren erleiden kann, ist jene am häufigsten und am meisten gefürchtet, welche man in der deutschen Literatur gewöhnlich als das Fadenziehendwerden bezeichnet. Ungefähr einen oder auch mehrere Tage nach seiner Herstellung wird die Krume des Brotes an einzelnen

Stellen weich, schleimig und schmierig und meist auch bräunlich verfärbt. Die Rinde sinkt von selbst ein oder läßt sich schon durch schwachen Fingerdruck tief einstülpen. Beim Aufbrechen des Laibes entströmt dem Innern ein widerlich aromatischer, süßlicher und meist auch säuerlicher Geruch, und Nester von schleimigen Massen, die sich zu dünnen Fäden ausziehen lassen, werden sichtbar. Das letztere Merkmal, das der Erscheinung ihre deutsche Bezeichnung verschafft hat, ist aber nur eine einzelne Seite der Gesamterkrankung, die man allgemeiner und richtiger Schleimigwerden heißen soll, wie dies auch in der englischen und französischen Literatur (sticky oder slimy bread, bezw. pain visqueux) geschieht. Das Fadenziehendwerden ist nur eine Folge des Schleimigwerdens, die jedoch nicht immer auch aufzutreten braucht, wie ein durch F. Beulshausen (1) studierter Fall zeigt, welcher im übrigen alle Merkmale der hier zu betrachtenden Gesamterscheinung an sich trug, jedoch nicht eine fadenziehende sondern bloß eine feucht-klebrige Beschaffenheit der Krume aufwies. Zudem sind die einzelnen Merkmale dieser Krankheit je nach den besonderen Verhältnissen in den einzelnen Fällen verschieden stark ausgebildet, wie man z. B. aus Beobachtungen von H. Kämmerer (1), H. Kreis (1), A. Reinsch (1), H. Svoboda (1), N. Hecq (1) und den weiter unten zu nennenden Forschern ersehen kann. Das Uebel ist auf die Tätigkeit von Bakterien aus der Gruppe der sogen. Kartoffelbazillen (s. Bd. I, S. 571) zurückzuführen, welche, wie der Leser weiß, sehr widerstandsfähige Endosporen (s. Bd. I, S. 116) hervorzubringen vermögen. Die Bildung von Acetylmethylcarbinol (CH_3—CO—CHOH—CH_3) aus Zucker, Dextrin und Stärke soll zufolge H. Desmots (1) für diese Gruppe auch ein Kennmerkmal sein, welche Angabe jedoch mit dem auf S. 513 erwähnten Befunde von Harden und Walpole (1) nicht in Einklang steht.

Die erste mykologische Untersuchung dieser Krankheit wurde im Jahre 1885 durch E. Laurent (2) unternommen. Er erklärte sie als Ergebnis der unerwünschten Tätigkeit des *Bacillus panificans* (s. S. 511) nach dem Backen, welcher das letztere dank begünstigenden außergewöhnlichen Verhältnissen (zu geringem Säuregehalt des Teiges) lebend überstanden habe. Kratschmer und Niemilowicz (1) studierten dann die Erscheinung am Grahambrot und schieden daraus den *Bacillus mesentericus vulgatus* Flügge ab, den sie für den Erreger erklärten. Neben letztgenannter Spaltpilzart fand bald darauf Uffelmann (1) in schleimiggewordenem Roggenbrot vorwiegend den *Bac. liodermos* Flügge. Im Jahre 1897 berichtete dann J. Vogel (1) über drei verschiedene Arten von Kartoffelbazillen, welche Orth aus sechzehn Proben schleimiggewordenen Brotes abgeschieden hatte. Die eine ist durch Bildung roten Farbstoffes ausgezeichnet und erwies sich als harmlos, was später J. Thomann (1) in einem neuen Falle bestätigen konnte. Die zwei anderen hingegen wurden als Erreger des Uebels erkannt und erhielten die Namen *Bac. mesentericus panis viscosi I* und *II*. Mit der vorletzt genannten neuen Art (*I*) ist jener Erreger zumindest sehr nahe verwandt, welchen dann O. von Czadek und K. Kornauth (1) abgeschieden haben, und als mit ihr geradezu wesensgleich erklärt W. Michels (1) den durch ihn aufgefundenen Erreger schleimigen Brotes. A. Juckenack (1) erkannte in einem Falle auch den *Bac. mesentericus fuscus* Flügge als Schädling. Weiters sind durch J. Tillmans (1) zwei neue nicht benannte Arten und schließlich noch durch F. Fuhrmann (1) eine *Bacterium panis* benannte neue Art beschrieben worden. Letztgenannter Forscher hat

auch eine tabellarische vergleichende Zusammenstellung der Merkmale seiner Art und derjenigen des *Bac. mesentericus fuscus*, des *Bac. liodermos*, des *Bac. mesentericus vulgatus* und der beiden Arten VOGEL's gegeben. Wenn nun einerseits, wie schon bemerkt, alle diese Erreger des Schleimig-
5 werdens des Brotes zur Gruppe der Kartoffelbazillen zählen, so enthält diese doch anderseits auch Vertreter, wie den vor kurzen durch TH. GRUBER (1) genauer gekennzeichneten *Bac. mesentericus ruber*, welche in dieser Richtung harmlos sind; in der durch VOGEL darauf hin angestellten Prüfung von 26 verschiedenen Arten vermochten nur neun
10 das in Rede stehende Uebel hervorzurufen.

Die Herkunft dieser Störenfriede kann nicht zweifelhaft sein. Wenngleich sie manchmal auch von anderer Seite her in den Teig gelangen mögen, so z. B. durch die zugesetzte Hefe, wie H. L. RUSSELL (1) in einem Falle vermutete, so bedarf es doch gewöhnlich solchen Zuzugs
15 gar nicht, denn sie finden sich, und zwar in Sporenform, fast immer schon im Mehle vor. Die durch THOMANN (1) untersuchte Probe von Roggenmehl (s. S. 505) enthielt pro ein Gramm ca. 1400 Keime von einer Art, welche mit VOGEL's *Bac. mesentericus panis viscosi II* vielleicht identisch war. Eine Probe Weizenmehl hingegen wies unter ihren un-
20 gefähr 20 000 Keimen auch nicht einen auf, der als gefährlich erklärt werden konnte. Eine durch TILLMANS geprüfte Probe von Roggenmehl enthielt im Gramm 800 Bakterien, von denen 110 kochfest waren. FUHRMANN konnte in dem durch ihn untersuchten Falle nur im Roggenmehl und nicht auch im mitverwendeten Weizenmehl das *Bact. panis*
25 vorfinden. Die Anwesenheit selbst reichlicher Mengen eines derartigen Störungserregers im Mehle wird sich ohne mykologische Prüfung gewöhnlich nicht verraten, so daß also, wie schon SVOBODA bemerkte, ein vom technischen und chemischen Standpunkte aus völlig einwandfreies Mehl dennoch ein Brot liefern kann, welches unter hierfür günstigen
30 Umständen dann schleimig wird. Ein sehr geringer Gehalt daran kann aber, wie schon JUCKENACK betont hat, selbst dann noch ohne Schaden bleiben. Aber auch ein anfänglich keimarm gewesenes Mehl kann in dem Falle feuchter Lagerung, welche die Vermehrung begünstigt, nach und nach keimreich und untauglich werden, wie man an dem durch
35 JUCKENACK berichteten Falle und aus besonderen Versuchen TILLMANS' ersieht. Daß selbst in stark schimmelig gewordenen Mehlen noch Erreger des Schleimigwerdens lebendig und wirkungsfähig vorhanden sind, ist durch CZADEK und KORNAUTH festgestellt worden.

Ueber die Veränderung der chemischen Beschaffenheit
40 des Brotes durch das Schleimigwerden hat zuerst UFFELMANN die Bemerkung gemacht, daß er in dem Schleime seiner Proben Zucker, Dextrin, Stärke, Gummi und Pepton vorgefunden habe. Das Filtrat der durch M. HOLZ (1) analysierten Proben derartigen Brotes gab die Reaktion des letztgenannten Stoffes und reduzierte Fehling'sche Lösung. Einige
45 weitere Untersuchungen hat dann BEULSHAUSEN mit dem Erreger seines feucht-klebrig gewordenen Brotes angestellt; in Reinzucht auf sterilem Brotbrei ausgesät, wirkte er zunächst auf die Stärke derart ein, daß der Zuckergehalt binnen 18 Tagen von anfänglich 3,4 Proz. auf 11,7 Proz. anstieg, weiterhin aber wieder sank, weil sein Erzeuger ihn zum Teil
50 für sich verbrauchte. Eingehendere Versuche sind durch TILLMANS mit seinen zwei neuen Arten und mit *Bac. mesentericus panis viscosi I* VOGEL unternommen worden. Die Wirkungsweise dieser drei Arten wies große Uebereinstimmung auf. Eine jede brachte in den schon bei der Teig-

bereitung mit ihr beimpften Broten eine kräftige Verzuckerung und Dextrinbildung aus der Stärke zustande. Fett und Rohfaser schienen keine Veränderung zu erleiden. Hingegen wurden die Proteinstoffe tiefgreifend, bis zur Bildung von Ammoniak, abgebaut. Durch den Atmungsprozeß der Bakterien trat ein beträchtlicher Verlust an Substanz ein. 5 Der Kleber wird, wie besondere Versuche bei 30° C an ihm selbst lehrten, rasch und tiefgreifend zersetzt, wobei er zu Anfang weich und schmierig, aber niemals fadenziehend wird; nach 25 Tagen war sein Gehalt an Albumosen, die in 65-proz. Alkohol löslich sind, von 0,14 auf 0,21 Proz., der an Pepton von 0,1 auf 1,0 Proz., der an Amiden von 10 0,14 auf 1,1 Proz. und der an Ammoniak von 0,0 auf 0,6 Proz. gestiegen. Züchtungsversuche auf Stärke haben ergeben, daß diese ebensowenig wie der Kleber irgend etwas zur Bildung des charakteristischen Schleimes beiträgt, so daß also das Schleimigwerden des Brotes und die fadenziehende Beschaffenheit der Schleimnester in diesem ausschließlich auf 15 die Verquellung (s. Bd. I, S. 230) der äußeren Schichten der Zellhaut der zu Zooglöen vereinigten Bakterienzellen (s. Bd. I, S. 51) zurückgeführt werden muß. Immerhin ist die Bemerkung von Interesse, daß diese starke Verschleimung der Membran der Kartoffelbazillen wohl auf Brot als Nährboden, jedoch nicht auch in Milch (s. S. 200) zustande- 20 kommt, was wohl mit der in letzterem Falle geringeren Ueppigkeit der Vermehrung zusammenhängt. In Uebereinstimmung mit den Befunden SEILER's (1) an *Bac. mesentericus vulgatus* (s. S. 474) hat TILLMANS festgestellt, daß der Membranschleim der durch ihn studierten Arten bei der Hydrolyse nur Glucose und Fructose, jedoch nicht auch Galactose 25 liefert.

Die Bedingungen des Auftretens des Schleimigwerdens des Brotes sind durch die Physiologie der Erreger gegeben. Alle Befunde stimmen darin überein, daß die günstigste Temperatur für die Entwicklung oberhalb 20° C liegt, so für die Arten VOGEL's bei 30 mehr als 23° C, für diejenigen BEULSHAUSEN's und FUHRMANN's bei 37° C. Damit in Uebereinstimmung steht die Häufigkeit des Auftretens der Krankheit in der heißen Jahreszeit, wie auch die Möglichkeit der Verhütung des Erkrankens eines mit solchen Erregern behafteten Brotes durch Kaltstellen alsbald nach dem Backen und Aufbewahrung bei einer 35 Temperatur unterhalb 15° C. Daß die Erreger durch die Backtemperatur allein nicht abgetötet werden, kann nicht überraschen und ist auch wiederholt, so z. B. schon durch LAURENT, VOGEL, RUSSEL u. a., festgestellt worden. Nach den durch BALLAND und MASSON (1) mitgeteilten und durch G. BARTH (1) bestätigten Ergebnissen der Versuche A. GIRARD's 40 steigt während des Backens die Temperatur im Innern des Brotlaibes nicht über 102°; ja in den durch ECKLES (1) und durch RUSSELL (1) beobachteten Fällen verblieb sie sogar unter 100° C. Zumindest also die Sporen, die ja jener Temperatur allein durch mehrere Stunden zu widerstehen vermögen, werden, wie schon J. SCHRANK (1) gezeigt hat, 45 lebend bleiben, sofern ihre Abtötung nicht durch die Mithilfe einer ausreichenden Menge von Säure im Brotteig erreicht wird. Von solcher wird in einem mit Sauerteig bereiteten Teige mehr als in einem durch Hefe aufgetriebenen vorhanden sein. Die immer weiter sich ausbreitende Verwendung dieser letzteren anstatt jenes ersteren bei der Herstellung 50 des Brotes in Laiben macht die von Jahr zu Jahr sich mehrenden Klagen über das Auftreten des Schleimigwerdens erklärlich. TILLMANS zufolge ertragen die durch ihn aufgefundenen zwei Arten wie auch

Bac. mesentericus vulgatus und *Bac. mesentericus panis viscosi I* VOGEL bei gewöhnlicher Temperatur in Nährlösungen noch gut einen Gehalt an Essigsäure oder Milchsäure von 0.1 Proz. und stellen bei einem solchen von 0.2 Proz. ihr Wachstum ein. Für *Bact. panis* fand FUHRMANN als Grenze 0.32 Proz. Essigsäure. Bei höherer Temperatur werden voraussichtlich schon geringere Mengen ein Absterben herbeiführen; jedoch liegen ausreichende Versuche darüber noch nicht vor. Die Säurigkeit der durch JUCKENACK studierten Probe schleimig gewordenen Roggenbrotes entsprach 5 ccm Normallauge auf 100 g Krume.

Der Bekämpfung und Verhütung dieses Uebels ist durch das bisher Gesagte auch schon die Richtung gewiesen. Eine Befreiung des Mehles von den Störungserregern ist technisch untunlich, eine Erkennung ihrer Anwesenheit durch den Bäcker nicht gut möglich. Es bleiben also, wie auch neuerdings E. J. WATKINS (1) betont hat, nur zwei Wege offen: Starke Säuerung des Teiges, um deren Abtötung während des Backens zu bewirken, oder, wenn dies nicht zulässig ist oder innerhalb gegebener Grenzen nicht ausreicht, Verhütung der Entwicklung der im fertig gebackenen Brote noch lebend vorhandenen Erreger dadurch, daß das Gebäck alsbald nach dem Verlassen des Ofens so rasch als angängig abgekühlt und weiterhin bei niedriger Temperatur aufbewahrt wird. Durch CZADEK und KORNAUTH (1) in Gemeinschaft mit M. HACKL angestellte Versuche haben ergeben, daß ein Zusatz von Sauerteig zum Mehle in solcher Menge, daß der Geschmack des Brotes noch nicht beeinträchtigt wurde, nicht ausreichte, um zuverlässig das Schleimigwerden zu verhüten, daß jedoch das angestrebte Ziel durch Zusatz von Milchsäure oder von saurer Molke erreicht werden kann. Von diesen war um so mehr erforderlich, je geringer der Feinheitsgrad des Mehles (s. S. 505) war. Ein Zusatz von 2.4 g Milchsäure auf 1 kg Teig oder der Ersatz der Hälfte der zur Teigbereitung erforderlichen Menge Wassers durch saure Molke genügte aber selbst im schlimmsten Falle, ohne die Güte oder die Schmackhaftigkeit des Brotes zu mindern. Die Säurigkeit wurde durch ihn fast gar nicht erhöht; wahrscheinlich verflüchtigte sich während des Backens die Milchsäure zusammen mit den sie mitreißenden Wasserdämpfen aus dem Teige. Eine in jener Hinsicht nützliche stärkere Säuerung wird wohl auch durch den durch E. UTESCHER (1) empfohlenen Zusatz von Milch zustandekommen, die man durch Zugabe von Hefe, Kefir oder Sauerteig zuvor eine Gärung hat durchmachen lassen. Gebäck, welches, wie z. B. die Frühstückbrötchen (Semmeln) u. dgl. m., bald nach dem Backen verzehrt wird, bleibt hier außer Betracht und kann ohne Säurezusatz mit Hefe allein hergestellt werden; denn das Schleimigwerden tritt, wie schon gesagt, frühestens ungefähr einen Tag nach dem Backen auf und kann also nur lagernden Broten gefährlich werden. Unter diesen letzteren aber ist das kleienreiche und bei verhältnismäßig niedriger Temperatur gebackene sogen. Grahambrot das empfindlichste. Hingegen werden sehr stark saure Brote, so z. B. das deutsche und das österreichische Soldatenbrot, selten schleimig, obgleich es sich dabei gewöhnlich um solches Gebäck handelt, das aus groben, also an Kleie und Bakterien reichen Mehlen hergestellt worden ist. In betreff der Aufbewahrung bei niedriger Temperatur sei noch daran erinnert, daß VOGEL eine langsame Zersetzung der mit seinen Arten beimpften Brote selbst bei 6—8° C noch bemerken konnte; sie kommt jedoch wegen der dafür erforderlichen langen Zeitdauer in praktischen Fällen nicht in Betracht. WATKINS (1),

der auch ein Verfahren zur Nachweisung eines gefährlich hohen Gehaltes des Mehles an *Bac. mesentericus vulgatus* angegeben hat, will dessen Aufkommen dadurch verhindern, daß er dem Brotteig etwas Essigsäure zusetzt.

Auch in einer in Oesterreich unter dem Namen Mohnstrudel beliebten süßen Mehlspeise hat J. Hockauf (1) das Schleimigwerden beobachten und als Ursache die Verunreinigung des als Füllung verwendeten Mohnes mit Erde (bezw. den in ihr enthaltenen Kartoffelbazillen) nachweisen können.

Erkrankungen infolge Genusses schleimiggewordenen Brotes sowohl bei Menschen als auch bei Tieren sind, wie Juckenack (1) angab, schon beobachtet worden; er deutet sie als Vergiftungen durch Zersetzungsprodukte, die aus dem Kleber durch die Schleimbildner abgespalten worden sind.

§ 128. Das Schimmeln und das Farbigwerden des Brotes.

Ueber die Gesundheits-Schädlichkeit verschimmelten Brotes liegen Beobachtungen aus den letzten Jahrzehnten des neunzehnten Jahrhundertes vor, so von F. Rochard (1), von Th. Husemann (2), von J. Ch. Robertson (1), von Brugnatelli und Zenoni u. a. Sie lassen jedoch nicht erkennen, ob an der bemerkten Schädlichkeit tatsächlich die Schimmelpilze oder aber andere Kleinlebewesen (Bakterien) die Schuld trugen, welche in solchem Brote neben jenen zugegen gewesen waren. Spätere Versuche, welche von E. Welte (1) mit Reinzuchten von *Penicillium glaucum*, *Aspergillus nidulans* und *Rhizopus nigricans* (*Mucor stolonifer*) und von Zippel (1) mit solchen von *Penicillium glaucum* angestellt worden sind, haben zu dem Ergebnisse geführt, daß diese Schimmelpilze und die durch sie auf Brot erzeugten Stoffwechselprodukte ohne jegliche Gefahr genossen werden können, und zwar ebensowohl vom Menschen wie auch von Katzen, Hunden, Kaninchen, Ziegen und Pferden. Hinsichtlich der Konidien von *Penicillium glaucum* ist durch Welte noch festgestellt worden, daß sie bei ihrem Durchgange durch den Verdauungskanal des Menschen ihre Keimfähigkeit nicht einbüßen und also im Kote noch lebend den Körper verlassen und mit Hilfe des Plattenverfahrens daraus abgeschieden werden können. Seitdem haben wir aber durch die Untersuchungen Otto's und einiger italienischer Forscher gelernt, daß in den Sporen mancher in Italien aufgefundener Rassen des *Aspergillus fumigatus* (und des *Penicillium glaucum*) krampferregende Gifte vorhanden sind; man vergleiche darüber S. 613 des Ersten und S. 381 des vorliegenden Bandes, wo auch nähere Angaben über die hier hereinspielende Frage nach der Verursachung der Pellagra zu finden sind. Man darf also heute nicht mehr die Harmlosigkeit verschimmelten Brotes ganz allgemein behaupten. Und eine tiefergreifende Kennzeichnung und weitere Zerlegung der Sammelspecies *Penicillium glaucum* ist demnach nicht bloß aus den auf S. 225 des Vierten Bandes dargelegten mykologischen Gründen sondern auch vom Standpunkt der Gesundheitspolizei aus zu wünschen. Abgesehen von jener möglichen Gefahr durch giftbildende Arten ist ein durch Schimmelpilze befallenes Brot schon allein wegen seines widerlichen Geruches und oft eklig bitteren Geschmack als unbedingt nicht marktfähig zu bezeichnen und also polizeilich zu beanstanden.

Ueber die chemischen Veränderungen, welche das Brot an seiner Zusammensetzung und dem Mengenverhältnisse seiner einzelnen Bestandteile während des Schimmelns erleidet, sind eingehendere Untersuchungen zuerst durch A. HEBEBRAND (1) angestellt und dann in
5 einzelnen Punkten durch E. WELTE (1) ergänzt worden. Auf den starken Gewichtsverlust, welchen das Brot durch das Schimmeln erleidet, hatte schon ROCHARD aufmerksam gemacht. HEBEBRAND bestimmte ihn, nach vierzehntägigem Schimmeln, wenn dieses stark ausgebildet war, zu 53 Proz., und wenn es schwach aufgetreten war, zu 22—34 Prozent. Bei
10 Versuchen, welche durch WELTE unter Verwendung von Reinzuchten des *Penicillium glaucum* bezw. des *Aspergillus nidulans* angestellt worden waren, betrug der Gewichtsverlust im ersteren Falle nach 16 Tagen 42—52 Proz. und im zweiten Falle nach 26—56 Tagen 65—67 Prozent. Damit in Uebereinstimmung stehen die Befunde einer durch R. SCHERPE (1)
15 im Jahre 1899 angestellten Untersuchung betreffend das Schimmeln von Roggen und Weizen durch *Penicillium glaucum*. Dieses Schwinden nun ist, von einer etwa eingetretenen Austrocknung abgesehen, fast ausschließlich auf die Zersetzung und Veratmung der Kohlenhydrate, also Stärke und Zucker, zurückzuführen, welche ja, wie bekannt, ungefähr
20 drei Viertel des Trockengewichtes des Brotes ausmachen. Die Mengen an Kohlensäure, welche derart ausgestoßen werden, sind zuerst durch HEBEBRAND unter Verwendung einer Reinzucht des *Penicillium glaucum* und später dann auch durch WELTE überdies noch mit solchen von *Aspergillus nidulans* und *Rhizopus nigricans* (*Mucor stolonifer*) genauer
25 verfolgt worden. In der nachstehenden Tabelle sind einige der Befunde des letztgenannten Forschers zusammengestellt:

Stündliche Kohlensäure-Entbindung schimmelnden Brotes bei 18° C; in Milligramm Kohlensäure auf 20 g Trockenrückstand bezogen:

Gärerreger:	16.	18.	19.	26.	31. Tag
Penicillium glaucum	—	74	83	82	95
Aspergillus nidulans	37	—	—	53	56

Weil durch diese Veratmung die stickstoffhaltigen Bestandteile nicht betroffen werden, steigt der prozentige Gehalt an diesen letzteren in demselben Maße, als die Schimmelung vorschreitet, und kann schließ-
30 lich eine Höhe erreichen, welche weit über den Normalgehalt (d. i. etwa 12 Proz. im Trockenrückstand) hinausragt. Die Kenntnis dieser Tatsache ist für den Nahrungsmittel-Chemiker von Wert; denn sie wird ihn vor einem Irrtume bewahren, über welchen HEBEBRAND berichtet. Ein Handelschemiker hatte in einer Probe von polizeilich beschlag-
35 nahmtem, stark verschimmeltem Brote ca. 20 Proz. an stickstoffhaltigen Bestandteilen ($N \times 6{,}25$) gefunden und hatte daraus den Schluß auf Verfälschung mit Bohnenmehl gezogen, welch letzteres an Eiweißstoffen ja viel reicher ist als das Mehl der Getreidearten. HEBEBRAND hat den wahren Sachverhalt dann aufdecken und den voreilig beschuldigten
40 Bäcker entlasten können.

Wenngleich die Proteinstoffe des Brotes zu der Veratmung, wie gesagt, nicht herangezogen werden, so bleiben sie doch auch nicht unverändert, sondern werden durch die Schmarotzer zum Teil zu wasserlöslichen Amiden u. dgl. m. abgebaut. Die Zahlen in der Tabelle auf
45 der nächsten Seite sind dafür ein anschaulicher Beleg:

Veränderung der Stickstoffsubstanzen
von Roggenbrot durch das Schimmeln während 14 Tage.

Im Trockenrückstand der Probe sind enthalten Prozente	I. Probe: stark infiziert		II. Probe: schwach infiziert	
	frisch	verschimmelt	frisch	verschimmelt
Rohprotein (N × 6,25)	11,9	23,8	12,6	15,6
davon				
Reinprotein	11,1	19,3	12,0	12,0
Amide u. dgl. m.	0,8	4,5	0,6	3,6

Der Gehalt an wasserlöslichen Stickstoffsubstanzen im frischen Brote einerseits und im verschimmelten anderseits wurde von Hebebrand in einem Falle zu 0,7 bezw. 1,5 Proz. bestimmt. Und Welte fand in den wäßrigen Auszügen von Brotproben, welche durch eine Reinzucht von *Penicillium glaucum* bezw. *Aspergillus nidulans* verschimmelt worden waren, 5 sogar dreimal bezw. viermal so viel Stickstoff (in Form wasserlöslicher Verbindungen), als die Auszüge von frischen Vergleichsproben aufgewiesen hatten. Pepton ist unter jenen Abbau-Produkten bisher noch nicht aufgefunden worden. Der bittere Geschmack, welchen verschimmeltes Brot gewöhnlich zeigt, muß demnach auf die Anwesenheit eines anderen, 10 derzeit noch unbekannten, bitteren Stoffwechselproduktes dieser Schimmelpilze zurückgeführt werden. Abspaltung von Ammoniak und dessen flüchtigen Derivaten durch die Tätigkeit der Schimmelpilze hat Welte nicht bemerken können. An Proben von Weizen und Roggen hingegen, welche künstlich schimmeln gemacht worden waren, hat R. Scherpe (1) 15 ein dadurch verursachtes Ansteigen des Ammoniak-Gehaltes festgestellt. Dieser Forscher hat auch auf den Verlust an Stickstoff hingewiesen, der durch das Verwehen der Konidien durch den Wind bewirkt wird (s. Bd. III, S. 426). Von anderen Bestandteilen des verschimmelten Brotes, welche ihre Entstehung dem Stoffumsatze der genannten Schmarotzer 20 verdanken, werden die Oxalsäure (s. Bd. IV, S. 243) und der Mannit das Interesse des Analytikers verdienen. Der Alkohol hingegen, welcher durch Welte in dem Destillate von wässrigen Auszügen von verschimmeltem Brote mit Hilfe der (übrigens nicht eindeutigen) Reaktion von Lieben angeblich nachgewiesen worden ist, braucht nicht gerade 25 ein Stoffwechselprodukt der Schmarotzer zu sein, denn er findet sich (s. S. 513) als normaler Bestandteil auch im unverdorbenen Brot.

In Uebereinstimmung mit der auf S. 201 des Ersten Bandes gemachten allgemeinen Angabe betreffend die Empfindlichkeit der Schimmelpilz-Konidien gegen feuchte Hitze stehen die Ergebnisse der durch 30 Welte angestellten Backversuche. Er brachte je ein Gramm Sporen von *Penicillium glaucum*, *Aspergillus nidulans* und *Rhizopus nigricans* (*Mucor stolonifer*) in Filterpapier eingeschlossen, in die Mitte des Teiges für zwei Schwarzbrote zu drei Pfund bezw. für ein Semmelbrötchen. Die Temperatur des Backofens (s. S. 523), in welchen diese drei Proben 35 dann sofort eingesetzt wurden, befand er vor dem „Einschießen“ zu 300° C, beim „Ausschießen“, d. i. bei der Entnahme der fertigen Brote, noch zu 200—190° C; in diesen letzteren selbst betrug sie immer nur 100° C. Bei der alsbald vorgenommenen Prüfung der eingeschlossenen Sporen erwiesen sich diese als abgestorben. Offenbar noch ungünstiger 40 liegen die Verhältnisse unter den normalen Bedingungen, unter denen sie im Teig unmittelbar eingebettet und dem heißen Wasserdunst

und den Säuren des Brotteiges ohne den Schutz einer Papierhülle ausgesetzt sind. Wenn also gut ausgebackenes Brot zu schimmeln beginnt, so ist dies immer auf eine Ansteckung mit Sporen zurückzuführen, welche erst nach dem Backen auf die Oberfläche des Brotes gekommen sind, von der aus sie dann, auf dem Wege durch kleine Risse der Rinde, ihre Keimschläuche in das weiche und saftigere Innere vortreiben und dieses nach und nach durchwühlen und zersetzen. Die Ansteckung des frisch gebackenen und also von entwickelungsfähigen Schimmelpilzsporen freien Brotes kann auch durch Mücken und Fliegen vermittelt werden, welche durch den Geruch angelockt werden, wie gelegentlich des Studiums des epidemischen Auftretens von *Rhizopus nigricans* im August 1889 in der Militärbäckerei zu Versailles durch P. Roeser (1) bemerkt worden ist, welcher auch festgestellt hat, daß die auf sterilisiertes Brot ausgesäten Sporen dieses Pilzes sich bei 70° C durch dreiviertel Stunden lebend erhielten.

Ein gewisser Gehalt des Brotes an Feuchtigkeit (vergl. S. 369) ist selbstverständlich die Voraussetzung für die Entwicklung dieser Schmarotzer. Wie durch Welte festgestellt worden ist, entwickeln sich *Penicillium glaucum* und *Aspergillus nidulans* auf Brot noch dann, wenn dessen Wassergehalt etwas mehr als 25 Proz. beträgt, das ist also ungefähr die Hälfte des gewöhnlichen Wassergehaltes (45—48 Proz.) des Brotes, so daß also dieses selbst in altbackenem Zustande noch immer dem Verschimmeln zugänglich ist. Die sogen. Zwiebacke hingegen enthalten nur ungefähr 10 Proz. Wasser und sind vor derartigem Verderben gefeit, soferne sie, etwa durch Aufbewahren in verlöteten Blechkisten, vor dem Zutreten von Feuchtigkeit geschützt werden.

Die bisher genannten zwei Arten von Pilzen, nämlich *Penicillium glaucum* und *Rhizopus nigricans*, sind nebst dem (in dieser Hinsicht aber noch nicht näher geprüften) *Aspergillus glaucus* wohl die am häufigsten auf Brot auftretenden Schmarotzer. Sie sind jedoch nicht die einzigen, vielmehr ist gerade dieses Nahrungsmittel schon oft eine ergiebige Fundstätte für die Entdeckung neuer Arten von Schimmelpilzen gewesen: so des *Mucor ambiguus* (s. Bd. IV, S. 487) durch Vuillemin, des *Mucor heterosporus sibiricus* und des *Mucor de Baryanus* durch W. Schostakowitsch (1), des *Mucor (Zygorhynchus) heterogamus* durch Vuillemin (1 u. 2), des *Rhizopus nodosus* (s. Bd. IV, S. 493) durch Namyslowski. Auch der blaugraue *Mucor plumbeus* ist auf solcher Unterlage oft anzutreffen (s. Bd. IV, S. 487).

Als Kreidekrankheit wird nach Wittmack's Vorschlag eine Veränderung des lagernden Brotes benannt, welche durch das Auftreten von Pilzrasen von kreidig-weißem Aussehen an der Oberfläche des Brotes gekennzeichnet ist. Sie kann, nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse, durch mindestens zweierlei Arten von Eumyceten hervorgerufen werden. Die eine ist die auf S. 337 des Vierten Bandes beschriebene *Monilia variabilis*, die ja durch P. Lindner (2) gerade auf solchem Fundorte entdeckt worden ist. In einem durch J. Buchwald (1) beobachteten Falle war in einem von diesem Hyphomyceten besiedelten Roggenbrote, das einen muffigen Geruch aufwies, am dritten Tage nach dem Backen in allen Höhlungen der Krume ein trockenes, weißes Pulver zu bemerken, welches aus den kugeligen Konidien dieses Pilzes bestand, die, wenn sie einem Roggen- oder Weizenbrotteig zugesetzt wurden, in den aus diesem gewonnenen Broten am fünften Tage nach dem Backen die in Rede stehende Krankheit zustande brachten, so daß also dieser Pilz gegen

das Erhitzen recht widerstandsfähig zu sein scheint. Die andere Art von Erregern der Kreidekrankheit, nämlich der *Endomyces fibuliger*, ist auch durch P. LINDNER (6) entdeckt und als eine neue Art der Gattung *Endomyces* erkannt worden, über welch letztere man auf S. 196 und 210 des Ersten Bandes nähere Angaben findet. Bei dieser Art (s. *Fig. 34*) schwankt der Durchmesser der Asci zwischen 7,2 μ und 17 μ und derjenige der Ascosporen (ohne Krempe) zwischen 4 μ und 7 μ. Das gleiche gilt von der Breite ihrer (manchmal kaum zu erkennenden) Krempe (Randleiste). Meist trifft man in einem Ascus vier Sporen, seltener deren

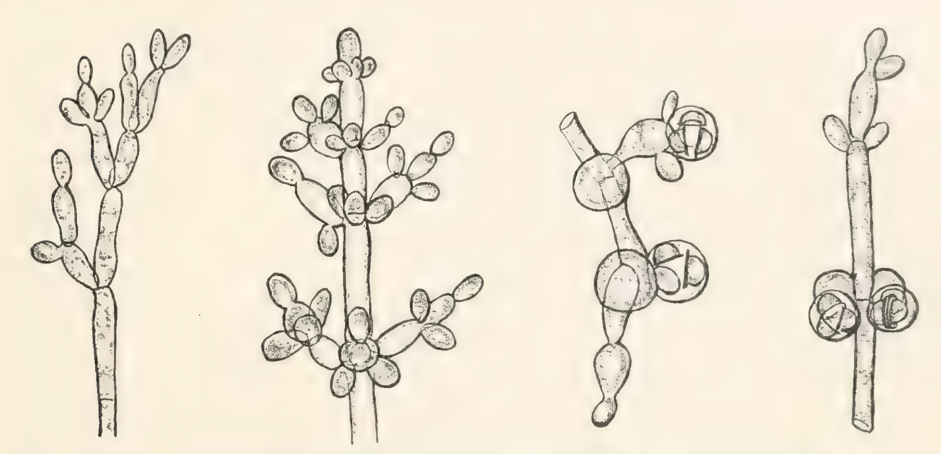


Fig. 34. *Endomyces fibuliger* LINDNER. Konidienbildung und Ascusbildung. Nach P. LINDNER.

zwei; sie entstehen am reichlichsten bei 20 ° C und sprossen bei der Keimung unmittelbar und ohne Bildung eines Promycels zu Sproßzellen aus, die dann ihrerseits zu langen septierten Mycelfäden sich entwickeln, an denen bald die Bildung von Sproßzellen (Konidien) sich einstellt. Diese Art zeigt auch die bisher bei Ascomyceten noch niemals sicher festgestellte und darum in ihrem Artnamen (lat.: fibula, Schnalle) zum Ausdruck gebrachte Erscheinung der Schnallenbildung (s. Bd. I, S. 176, und Bd. III, S. 312) und vermag eine Anzahl von Zuckerarten zu vergären.

Rotes Brot, in früheren Zeiten blutendes Brot genannt, kann durch die Ansiedelung des *Bact. prodigiosum* zustande kommen; man vergleiche darüber S. 90 des Dritten Bandes und die geschichtliche Abhandlung SCHEURLEN's (1), wie auch S. 207 des vorliegenden Bandes. Dieser, die Backhitze nicht ertragende und auch gegen das Austrocknen wenig widerstandsfähige Spaltpilz gelangt von außen her an das fertige Brot und entwickelt sich in der Krume, hauptsächlich in deren Löchern, so daß man dessen Anwesenheit gewöhnlich erst nach dem Anschneiden des Laibes bemerkt. Gesundheitsschädlich ist derartiges Brot zwar nicht, wohl aber ekelhaft und unverkäuflich. Nur durch ein sehr sorgfältiges Waschen aller Geräte mit heißer Sodalösung und gründliches Desinfizieren des Bodens und der Wände der Bäckerei kann dieser Schädling wieder vertrieben werden, der, wenn er einmal sich eingenistet hat, einen Brotladen rasch in Verruf zu bringen vermag. Weil er bei ca. 25 ° C am besten gedeiht, macht er in der warmen Jahreszeit sich leichter be-

merkbar. Rötlich gefärbt erweist sich aber manchmal auch schleimig gewordenes Brot, so z. B. in dem durch Beulshausen beobachteten Falle (s. S. 521).

An dem Auftreten roter Flecke auf dem Brote brauchen aber nicht 5 in allen Fällen Spaltpilze die Schuld zu tragen. Man kennt vielmehr derzeit schon zwei Eumyceten, welche in ganz ähnlichem Sinne sich betätigen können. Der eine ist das *Oidium aurantiacum*, welches im Jahre 1831 durch G. de Claubry (1) entdeckt und unter dem Namen *Uredo rubigo* beschrieben worden ist. Als dann im Jahre 1842 das Brot der 10 Pariser Militärbäckereien und Proviantmagazine in einer bis dahin noch niemals beobachteten Ausdehnung von dem bezeichneten Uebel befallen wurde, machte das Studium dieses Fadenpilzes einen Schritt nach vorwärts. Eine Reihe von Mitteilungen darüber, so von Chevallier (1) und von Guérard (1), läßt die starke Erregung erkennen, von welcher 15 die Intendantur erfaßt war. Eine besondere Kommission, zu deren Berichterstatter dann Payen (1) bestellt wurde, sollte nach Abhilfe suchen. Gleichzeitig, jedoch unabhängig von jener, stellte Léveillé seine Untersuchungen über diesen Pilz an; er reihte ihn in die Gattung *Oidium* ein und belegte ihn mit dem Art-Namen *aurantiacum*. Mit diesem Pilze 20 übereinstimmend oder mit ihm nahe verwandt sind die von Link als *Torula aurea* oder *Oidium aureum*, von Persoon als *Acrosporium aureum* beschriebenen Eumyceten. Auf die Abbildungen, welche Payen gab, darf man angesichts der Unvollkommenheit der damaligen Untersuchungsverfahren heute nicht weiter eingehen. Nur so viel sei gesagt, 25 daß darin die Besonderheit der Oidiumgestalt recht deutlich zum Ausdruck kommt. Der orangerote Farbstoff, welcher dieser Art eigen ist, hat seinen Sitz im Zellinhalt. Ein gewisser Säuregrad des Nährbodens scheint, zufolge der Ergebnisse der von Rochard (1) angestellten Versuche, für das Aufkommen des *Oidium aurantiacum* unerläßliche Voraus- 30 setzung zu sein. Schon aus diesem Grunde allein wird die von diesem Forscher gemachte Beobachtung verständlich, daß die künstliche Ansteckung bei der einen Brotprobe gelang, bei einer anderen hingegen ohne Erfolg war. Ob die Selbsterwärmung auf 48,5 ° C, die Payen im Innern eines durch ihn mit *Oidium aurantiacum* künstlich beimpften frischen 35 Brotes bei einer Luftwärme von 17,5 ° C binnen zwanzig Stunden eintreten und dann durch zwölf Stunden anhalten sah, wirklich der Tätigkeit dieses Hyphomyceten oder aber vielleicht der eines thermogenen Begleiters (*Aspergillus fumigatus*, s. Bd. IV, S. 209) zuzuschreiben war, bleibt eine offene Frage. Ueber die Gesundheitsschädlichkeit des durch 40 *Oidium aurantiacum* verderbten Brotes liegt die früheste Mitteilung aus dem Jahre 1862 vor, in welchem E. Decaisne (1) in Italien einen Mann nach dem Genusse solchen Brotes erkranken sah. Nachdem später dann Poggiale (1) davon abweichende Beobachtungen veröffentlicht hatte, unternahm Decaisne (2), anläßlich eines abermaligen Auftretens der in Rede 45 stehenden Brotkrankheit im Sommer 1871 in den Pariser Militärbäckereien, nun Fütterungsversuche an Katzen und Kaninchen und schließlich an sich selbst, ohne aber dadurch zu einer Entscheidung von unbedingter Gültigkeit zu gelangen. Rochard (1) fütterte Ratten mit solchem Brote, ohne daß diese dadurch Schaden litten. Der Vollständigkeit halber sei noch die 50 Bemerkung angefügt, daß H. Krassinski, als er auf Veranlassung Rochard's (1) mit dem Studium solchen Brotes sich beschäftigte, darauf noch einen zweiten orangeroten Fadenpilz vorfand und unter dem Namen *Thamnidium aurantiacum* beschrieb. Aus den davon gegebenen Ab-

bildungen zu schließen, war dies jedoch höchst wahrscheinlich eine rote Art aus der Gattung *Sporodinia* Link (s. Bd. IV, S. 504). Bei Fütterungsversuchen, welche, gleichfalls auf Veranlassung Rochard's (1), mit ihr durch Ch. Legros an Ratten angestellt wurden, erwies sich diese Pilzart als ungefährlich.

Das Auftreten gelber Flecke im Brot wurde durch A. Schmid (1) beobachtet und auf die Anwesenheit farbstoffbildender Fadenpilze zurückgeführt.

Das Blauwerden des Brotes kann durch Bakterien, welche blauen oder violetten Farbstoff zu bilden vermögen, zustande kommen und durch mikroskopische Untersuchung der in solchem Falle auf einzelne Stellen beschränkten Farbigkeit leicht auf seine Ursache geprüft werden. Hingegen ist eine durch die ganze Masse des Brotes und schon sofort nach dem Backen ausgebildete Bläuung zufolge K. B. Lehmann (4) auf einen Gehalt des Mehles bezw. Getreides an Samen von Arten aus den Gattungen *Rhinanthus* und *Melampyrum* (Klappertopf, Wachtelweizen), bezw. an dem in jenen vorkommenden Rhinanthocyan zurückzuführen. Ueber einen Fall stellenweiser Bläuung in Weißbrot (Semmeln) durch Anwesenheit von Kupfervitriol im Mehl berichtete P. Lohmann (1). Blaurotwerden und Bitterwerden vereint wird zufolge Balland (8) durch einen Gehalt des vermahlenen Getreides an Samen der *Cephalaria syriaca* verursacht; was aber Lehmann (4) bezweifelt.

§ 129. Das Mutterkorn und dessen Nachweisung in Mehl und Brot.

Eine Art aus der Ascomyceten-Familie der *Hypocreaceae* ist in diesem Paragraphen noch besonders zu besprechen, nämlich die schon auf S. 212 des Ersten Bandes abgebildete *Claviceps purpurea*, der Mutterkornpilz. Dessen weiter unten noch zu erwähnende Ascosporen werden durch den Wind auf die Blüten des Getreides getragen und keimen am Grunde des jungen Fruchtknotens zu einem Mycele aus, welches zunächst eine zu weiterer Verbreitung des Pilzes durch Insekten führende und als *Sphacelia* bezeichnete Konidien-Fruktifikation hervorbringt, später jedoch in ein Hartmycel (Sklerotium) sich umwandelt und dadurch die Entwicklung des Fruchtknotens zum Getreidekorn verhindert, an dessen Statt es dann in der reifen Aehre als Mutterkorn sitzt. Dieses fällt schließlich zu Boden oder wird im folgenden Jahre mit der schlecht gereinigten Saat auf den Acker gebracht, wo es dann in der Weise auskeimt, daß es, wie die zuvor erwähnte Figur zeigt, Fruchtträger (Stromata) hervortreibt, welche in ihren Ascusfrüchten (Perithecien) dann Asci (Schläuche) bilden, deren Ascosporen schließlich, nach geschehener Ejakulation, durch die Hilfe des Windes auf die Getreideblüte hingetragen werden und auf dieser nun den Kreislauf der Entwicklung des Pilzes aufs neue in Gang bringen.

Das Mutterkorn, also das (im Gegensatz zu der empfindlichen Konidienform) widerstandskräftige und die Winterkälte und die Trockenheit überdauernde Hartmycel, das allein uns weiterhin beschäftigen soll, wird im Lateinischen als Secale cornutum und im Französischen als Ergot bezeichnet. Es ist schon auf S. 178 des Ersten Bandes als ein Gewebsverband beschrieben und abgebildet worden, welchem der Charakter des Pseudoparenchyms zukommt. Seine äußere, als Rinde bezeichnete und durch Farbstoffgehalt dunkle Schichte dicht gedrängter Zellen läßt

den Ursprung aus schlauchigen Hyphen meist nicht mehr erkennen. An den mehr nach innen zu gelegenen, jüngeren, farblosen und als Mark bezeichneten Teilen jedoch bemerkt man an dem Dünnschnitte unter dem Mikroskope leicht, daß man es mit einem reich verzweigten Ge-
5 flechte innig miteinander verschlungener Pilzfäden zu tun hat; die Abbildung am angeführten Orte zeigt dies deutlich. Seine violettbraune bis dunkelbraune Färbung verdankt das Mutterkorn dem schon auf S. 290 des Ersten Bandes erwähnten Scleroerythrin, bezw. dessen Calciumverbindung, welche zuerst durch DRAGENDORFF als ein amorphes braunes
10 Pulver abgeschieden und durch PALM (1) und FERNAU (1) dann etwas näher untersucht worden ist. Seinem Charakter als Dauergestalt entsprechend, enthält das Mutterkorn in seinen Zellen reichliche Mengen von Reservestoffen, wie Glycogen, Trehalose, Ergosterin und fettes Oel, über die man auf S. 280 bezw. 283 und 284 des Ersten Bandes nähere
15 Angaben findet.

Den Namen verdankt das Mutterkorn seiner schon seit längerer Zeit bekannten wehentreibenden Wirkung, zu deren Auslösung man sich in der Gynäkologie eines Auszuges des (aus diesem Grunde schon seit alters her offizinellen) Hartmyceles bedient. Die Reindarstellung des
20 darin Wirksamen, der Mutterkorn-Alkaloide, war Gegenstand vieler Untersuchungen, von welchen diejenigen KELLER's (1) zu dem Ergebnisse führten, daß im Mutterkorn nur ein einziges Alkaloid, das Cornutin, vorkomme, welches identisch sei mit dem vorher von TANRET beschriebenen Ergotinin und dem Pikrosklerotin von DRAGEN-
25 DORFF, PODWYSSOTZKI und BLUMBERG. Durch die angewandten Abscheidungs-Verfahren verändertes oder aber verunreinigtes Cornutin sei der vorher von KOBERT unter dem gleichen Namen beschriebene Stoff, wie auch die Sphacelinsäure und das Spasmotin von C. JACOBY. Weitere Angaben über die Mutterkorn-Alkaloide findet man auf S. 277
30 und 645 des Ersten Bandes, denen die nachfolgenden drei aus dem Jahre 1906 hier anzufügen sind. F. KRAFT (1) erklärte auf Grund eingehender Untersuchung die durch KOBERT und durch JACOBY beschriebenen Substanzen für Gemenge und das Cornutin KELLER's und das Secalin JACOBY's für identisch mit Ergotinin; die Secalonsäure und deren Abkömm-
35 linge seien physiologisch unwirksam, und das Ergotinin und das Hydroergotinin seien zwar Gifte, welche Krampf und Gangrän hervorrufen, jedoch nicht auch Erreger der eigentümlichen Wirkung des Mutterkorns auf die Gebärmutter. E. VAHLEN (1) schreibt diese letztere Wirkung dem Clavin zu. BARGER und DALE (1) hingegen haben solche mit dem
40 durch BARGER und CARR aus dem Mutterkorn dargestellten und dem Ergotinin nahe verwandten Alkoloid hervorrufen können, das sie Ergotoxin nannten (s. Bd. I, S. 645) und für identisch mit KRAFT's Hydroergotinin erachten.

Wiederholter Genuß von größeren Mengen von Mutterkorn, also
45 von einem daran reichen Mehl bezw. Brot, ruft die Kriebelkrankheit (auch Ergotismus oder Kornstaupe genannt) hervor, welche sich durch Auftreten eines kriebelnden Gefühles in den Fingerspitzen ankündigt, worauf dann Krämpfe (Ergotismus convulsivus) und Erbrechen sich einstellen; in schwereren Fällen kommt es zu brandigem Absterben (Mutter-
50 kornbrand, Ergotismus gangraenosus) von Hautstellen und selbst ganzer Gliedmaßen und kann sogar zum Tode führen. In früheren Zeiten, in denen man, abgesehen von der Unkenntnis der Ursache dieser Wirkung, noch nicht über ausreichende Reinigungsvorrichtungen für das Getreide

verfügte, forderte das Mutterkorn auch bei uns zu Lande recht viele Opfer. Die als Antoniusfeuer bezeichnete Krankheit, welche vom 9. bis zum 13. Jahrhundert insbesondere in Frankreich wütete, war wohl ohne Zweifel der Mutterkorn-Brand; nähere Angaben darüber sind in einer Monographie zu finden, welche S. Krysiński (1) zum Verfasser 5 hat, wie auch in einer geschichtlichen Abhandlung von Fr. Schmack (1). Dank der Vollkommenheit unserer heutigen Vorrichtungen zur Reinigung des Getreides ist diese Krankheit in Mitteleuropa zur Seltenheit geworden. In Ländern mit weniger aufgeklärter Landbevölkerung hingegen, so z. B. in manchen Teilen Rußlands, schwingt sie aber auch 10 heute noch ihre Zuchtrute. Man wird darum ein aus solchen Gegenden kommendes Mehl mit einigem Recht nicht ohne Mißtrauen verbacken. In Anbetracht dieser Sachlage ist die Prüfung des Mehls auf seinen Gehalt an Mutterkorn eine dem Nahrungsmittel-Chemiker nicht selten gestellte Aufgabe. 15

Bevor wir an deren Besprechung schreiten, sei zuvor noch bemerkt, daß zufolge A. Poehl (1) der Genuß von Taumelroggen (in Rußland trunkenes Getreide und in Frankreich seigle enivrant genannt) beim Menschen Krankheitserscheinungen hervorruft, die dem Ergotismus in mancher Hinsicht ähnlich sind. Deren Verursacher ist ein gift- 20 bildender Pilz, welcher auf den Roggenkörnern sich angesiedelt hat. Eingehende Angaben über ihn und seine Wirkungen findet man auf S. 278, 612 und 645 des Ersten, auf S. 259 des Fünften und auf S. 364 und 383 des vorliegendes Bandes. Auch an den Taumellolch und den in ihm parasitierenden Pilz braucht hier nur mehr erinnert werden, weil 25 von ihm schon auf S. 278 des Ersten und auf S. 379 des vorliegenden Bandes ausführlich die Rede war.

Für die Zwecke der Nachweisung von Mutterkorn in Mehl ist eine große Anzahl chemischer Verfahren vorgeschlagen worden. Dasjenige Wittstein's ist auf das angebliche Vorkommen von Trimethylamin 30 in diesem Hartmycele (vergl. Bd. I, S. 275) gegründet, kann aber nicht als verläßlich gelten; denn diese Base läßt sich auch aus solchen Mehlen abscheiden, welche von Mutterkorn zwar frei sind, jedoch eine Zersetzung durchgemacht haben, welche zur Abspaltung von Cholin und weiterhin von Trimethylamin geführt hatte. Andere Verfahren zielen auf die 35 Auslaugung des Mutterkornfarbstoffes und dessen Erkennung auf spektroskopischem Wege hin; man vergleiche über diese A. Mjöen (1). Unbedingt zuverlässig sind auch sie nicht; denn stören und täuschen können dabei ebensowohl farbige Beimengungen, wie die Wicken oder zufolge A. Miller (1) der Farbstoff der Spelzen, wie auch farbige Spaltprodukte, 40 welche erst durch die Einwirkung der angewandten Reagentien aus farblosen Mehlbestandteilen hervorgegangen sind. Geradezu unerreichbar ist ein brauchbares Ergebnis auf diesem Wege aber dann, wenn es sich nicht um Mehl sondern um Brot handelt; denn in diesem ist der Farbstoff des Mutterkorns nicht mehr unverändert vorhanden, sondern durch das 45 Backen zersetzt worden. Theoretisch interessant ist die durch D. Ottolenghi (1) vorgeschlagene Art der Nachweisung mittelst eines spezifischen Serums, bezw. des darin enthaltenen spezifischen Präcipitines (vergl. Bd. III, S. 116).

Viel zuverlässiger und zudem noch viel einfacher und bequemer 50 als nach jenen chemisch-analytischen Verfahren, welche, nebenbei bemerkt, in den Abhandlungen von R. Palm (1) und M. Gruber (1) kurz betrachtet sind, gelingt die Nachweisung von Mutterkorn auf dem Wege

mikroskopischer Prüfung der Probe. Die aus Hyphengeflecht aufgebauten Trümmer des vermahlenen Mutterkornes können von keinem geübten Beobachter mit irgendwelchen anderen Geweben oder Zellverbänden der Getreidearten verwechselt werden. Ihre Erkennung im
5 Mehle wird nur durch die vielen Stärkekörner erschwert. Um diese aus dem Wege zu schaffen, kann man dem Vorschlage von Chr. Steenbuch (1) folgen und also die Probe mit Malzauszug behandeln, wodurch die Stärke verzuckert wird. Noch einfacher ist der von M. Gruber (1) angegebene Kunstgriff. Dieser verrührt auf einem Objektträger einige Milligramme
10 der Mehlprobe mit einigen Tropfen Wasser, legt ein Deckglas auf und erhitzt über einem Flämmchen bis zum Aufkochen. Dadurch verquillt die Stärke, so daß dann die (unverändert gebliebenen) Trümmer des Mutterkornes hervortreten und in die Aufmerksamkeit des Beobachters sich nur noch mit den (von ihnen so sehr verschiedenen) Gewebsstücken
15 der Getreide-Samenschalen u. dgl. m. zu teilen haben. Man durchsucht das Präparat zuerst bei schwacher Vergrößerung (100—120 lin.) und prüft dann die derart aufgefundenen verdächtigen Gewebsteile mit stärkeren Gläsern (300—400 lin.), um sich über deren Aufbau nun Gewißheit zu verschaffen. Die Untersuchung von Brot wird ganz ähnlich
20 ausgeführt; anstatt einiger Milligramme Mehl nimmt man eine entsprechende Menge von Brotkrümelchen.

Noch bei einem Mutterkorn-Gehalte der Probe von 0.1 Proz. fand Gruber in jedem derartig angefertigten Präparate ein bis zwei unzweifelhafte Trümmer von Hyphengeflecht; bei 2 Proz. ungefähr zwanzig
25 bis dreißig. In Mehlen mit vermutlich geringerem Gehalt reichert man die Probe an; so z. B. nach dem von Wittmack vorgeschlagenen und von Ed. Spaeth (1) als verläßlich befundenen Verfahren. Man bringt in eine 20 cm lange und 2,5 cm weite Glasröhre, deren verschlossenes eine Ende in einer Länge von 3—4 cm auf 1 cm lichte Weite verjüngt
30 ist, ungefähr 20 g der Mehlprobe und dazu soviel Chloroform, daß die Röhre zu drei Viertel befüllt ist. Man verschließt nun das offene Ende mit einem Stöpsel, schüttelt gut durch, füllt dann mit Chloroform auf und schleudert durch ein bis zwei Minuten in einer Centrifuge. Die Trümmer des verhältnismäßig leichteren Mutterkornes sammeln sich mit
35 anderen leichten Gewebsfetzen an der Oberfläche des Mehles oder zu oberst des Chloroformes und können dann mit einem Spatel herausgefischt und unter das Mikroskop gebracht werden. Die Beseitigung der Stärke kann man auch, einem von Lebbin (1) gemachten Vorschlage folgend, durch geeignete Behandlung der Probe mit Wasserstoffsuperoxyd
40 erreichen und so angeblich noch einen Gehalt an Mutterkorn von einem Tausendstel Prozent auffinden.

Dem Neuling in derartiger Untersuchung sei zur Schärfung des Blickes empfohlen, aus Mutterkorn, und zwar ebensowohl von dessen Rindenschichte als auch aus dem Markgewebe, dünne Längs- und Quer-
45 schnitte herzustellen, die ihm unter dem Mikroskope ein Bild von der Art bieten werden, wie es auf S. 178 des Ersten Bandes zu sehen ist. Er darf sich dabei nicht durch die aus den angeschnittenen Zellen ausgetretenen Fettmassen stören lassen, die in stark glänzenden Tropfen von verschiedener Größe die Aufmerksamkeit des Beschauers zuerst auf
50 sich lenken. Hat er sich so einen klaren Einblick in das Gefüge des Mutterkornes verschafft, dann möge er weiterhin sich daran erinnern, daß er in dem Mehle niemals Dünnschnitte, sondern fetzige, brockige Bruchstücke des Mutterkornes zu erwarten hat, die anders als jene aus-

sehen, insbesondere dicker sind und nur an ihren Rändern durch einzelne hervorragende, dem Daumen eines Handschuhes ähnliche Hyphenstücke die wahre Natur des im übrigen nicht genügend durchsichtigen Bruchstückes erkennen lassen, aus dem sie durch den Mahlprozeß herausgezerrt worden sind. Aber gerade diese Hervorragungen sind, weil nichts 5 derartiges Aehnliches sonst im Mehl vorkommt, für die Bestimmung ein gutes Leitmerkmal. E. Strasburger (1) hat auf Grund dieser Bilder die Anwesenheit von Mutterkorn in Fäces nachweisen können. G. Lagerheim (1) hat zwecks leichterer Auffindung der Bruchstücke empfohlen, das zuvor mit salzsäurehaltigem Wasser behandelte Mehl mit einer 10 alkoholischen Auflösung von Dimethylamidoazobenzol, Thionin und Safranin zu verrühren, durch welche die Mutterkornstückchen gelb und die Kleienteilchen blau, violett oder bunt gefärbt werden.

Die quantitative Bestimmung des Mutterkorn-Gehaltes eines Mehles kann insbesondere in gerichtlichen Fällen von Wichtigkeit werden. 15 Gruber's Verfahren, das in dieser Richtung bloß eine Abschätzung zuläßt, wird selbst in der durch Mitlacher (1) vorgeschlagenen, mühsamen Abänderung noch nicht volle Beweiskraft beanspruchen können. Musset (1) hat die Aufgabe auf die Weise zu lösen gemeint, daß er die Probe auf ihren Gehalt an Cornutin untersuchte, für dessen quantitativ-analytische 20 Bestimmung er ein Verfahren angab. Rein theoretisch betrachtet, scheint es allerdings das Richtige zu sein, zur Grundlage für die Beurteilung der Größe der Gefährlichkeit eines mutterkornhaltigen Mehles die Menge des in diesem vorhandenen Giftes selbst und nicht diejenige des Giftstoffträgers zu machen; praktisch genommen aber steht der Brauchbar- 25 keit dieses Verfahrens die schon auf S. 532 angedeutete Unsicherheit über Wesen und Wirkungsweise der einzelnen Mutterkorn-Alkaloide entgegen. Und auch was die derart angestrebte Ermittlung der Menge an Mutterkorn selbst betrifft, muß darauf hingewiesen werden, daß dessen Gehalt an Cornutin zufolge Keller (1) großen Schwankungen (s. Bd. I, S. 277) 30 ausgesetzt ist und also nicht als ein genug verläßlicher Umrechnungsfaktor gelten kann. Auf einer in chemischer Hinsicht genauer bekannten Grundlage ist das durch R. Bernhart (1) ausgearbeitete Verfahren aufgebaut: es zielt auf die Bestimmung des Chitins ab. Dieser stickstoffhaltige Zellwandbestandteil, von dem auf S. 236 u. f. des Ersten Bandes 35 schon ausführlich die Rede war, kommt, soweit bisher bekannt ist, in höheren Pflanzen, also auch in dem Getreide, nicht vor, wohl aber in vielen Pilzen und insbesondere auch im Mutterkorn, in welchem es durch den letztgenannten Forscher in zwei verschiedenen Proben in der Menge von 2,29 und 2,30 Proz. vorgefunden worden ist. 40

Bei der Beurteilung eines mutterkornhaltigen Mehles möge der Nahrungsmittel-Chemiker als angerufener Sachverständiger mit der durch E. Hotter (1) festgestellten Tatsache rechnen, daß selbst mit den besten Putzmaschinen nicht eine vollständige Absonderung des Mutterkornes zu erreichen ist, daß aber durch solche der Gehalt bis zu der Grenze 45 von 0,02—0,04 Proz. hinabgedrückt werden kann; zufolge Th. von Weinzierl (1) läßt er sich ohne Schwierigkeit von 1,0 Proz. auf 0,06 Proz. erniedrigen. Zu berücksichtigen ist auch die durch Keller (1) gemachte Beobachtung, daß während des Lagerns des Mutterkornes dessen Alkaloidgehalt durch eine noch nicht genauer erforschte Zersetzung (s. 50 Bd. I, S. 277) abnimmt, so daß also frisches Mehl, wenn mutterkornhaltig, verhältnismäßig gefährlicher ist als solches aus älterem Getreide. Dadurch erklärt sich auch die durch A. Grünfeld (1) berichtete Tatsache,

daß in Rußland die Mutterkorn-Epidemien gerade in einem auf eine Mißernte folgenden Jahre so grausam sind, weil da das Volk aller Mehlvorräte bar und also genötigt ist, den frisch eingefahrenen (und meist mutterkornreichen) Roggen sofort zu vermahlen und zu verbacken.

5 **§ 130. Die Nachweisung von untergäriger Bierhefe in Preßhefe des Handels.**

Von den Verfälschungen, denen die Preßhefe als ein viel gebrauchter Hilfsstoff ausgesetzt ist, kommt diejenige mit Stärke jetzt nicht mehr so häufig vor; qualitativ ist sie leicht mittelst Jodlösung zu erkennen, hin-
10 gegen quantitativ ist sie bis heute noch nicht genau zu bestimmen, worüber man die Bemerkung auf S. 91 des Vierten Bandes und die Abhandlungen von M. Hayduck (1), E. Geissler (1), Bruylants und Druyts (1), A. Hebebrand (2) und A. von Schwarz (1) einsehen möge. Viel öfter hat man mit einem Zusatz von untergäriger Bierhefe zu
15 rechnen, die in den Brauereien in großer Menge (s. Bd. V, S. 122) verfügbar wird und zum Teil in die Hand des Hefenhändlers wandert, der sie, nach zuvor geschehenem Entbittern mittelst Sodalösung u. dgl. m., dann mit der aus der Preßhefenfabrik zum Vertrieb bezogenen reinen Getreidepreßhefe vermischt. Insoweit dieser verschlechternde Zusatz
20 dem (mehr auf niederen Preis denn auf hohe Güte sehenden) Käufer angegeben wird, läßt sich gegen derartige Beschaffenheits-Minderung nichts sagen. Aber nicht immer ist man so redlich. Und so kann in Streitfällen dem Nahrungsmittel-Chemiker die Aufgabe gestellt werden, solchen Zusatz nachzuweisen.
25 Es war A. Bau (1), der zuerst im Jahre 1894 zum Zwecke der qualitativen Prüfung empfohlen hatte, die auf Gehalt an Unterhefe zu untersuchende Preßhefe derart zu behandeln, daß man eine mit Nährstoffen versehene Raffinose-Lösung mit ein wenig von der Probe versetze, ausgären lasse und die Flüssigkeit dann auf die Anwesenheit
30 von Melibiose prüfe, und zwar entweder durch Ausfällen dieses Disaccharides als Osazon (s. Bd. IV, S. 419) oder auf polarimetrischem Wege oder durch Behandlung mit Fehling'scher Lösung. Wird derart Melibiose in der vergorenen Flüssigkeit nachgewiesen, dann kann in der Preßhefe keine Unterhefe vorhanden gewesen sein; denn diese würde ja
35 auch jene Zuckerart vergoren haben. Auf daß das Ergebnis zuverlässig werde, muß man der angesetzten Probe ausreichend Zeit gönnen. Gegen Ende der Gärung verläuft die Zersetzung des Zuckers recht träge. Es könnte also geschehen, daß ein ungeduldiger Analytiker, obwohl Unterhefe in der Probe vorhanden ist, in der Flüssigkeit nun reduzierenden
40 Zucker noch vorfindet und daraus den Schluß zieht, daß die Probe keine Unterhefe enthalten habe. Die notwendige Wartezeit kann unter Umständen auf ein paar Monate sich ausdehnen. A. Herzfeld (1) hatte gehofft, sie auf drei Tage durch das von ihm vorgeschlagene Verfahren abzukürzen, welches mit Hilfe des Einhorn'schen Gärungskölbchens
45 (s. Bd. IV, S. 435) auf die Art durchgeführt wird, daß man in dieses eine abgemessene Menge einer einprozentigen Raffinose-Lösung und ein Gramm der Hefenprobe einbringt und in einen Thermostaten bei 30° C einstellt. Unter diesen Versuchsbedingungen sollen binnen 24 Stunden durch untergärige Bierhefe 5 ccm Kohlensäure, durch obergärige Hefe
50 hingegen nur 2—2,5 ccm hervorgebracht werden und also die Unter-

scheidung bezw. die Erkennung eines Gemisches möglich sein. Gegen die Zuverlässigkeit dieses Verfahrens, welches den Beifall Neumann Wender's (1) gefunden hat, wird der Leser, welcher die in § 98 des 19. Kapitels des Vierten Bandes gemachten Darlegungen betreffend die Selbstgärung der Hefe kennt, wohl gewichtige Bedenken erheben müssen. 5 Diese haben noch Bekräftigung in den durch A. Bau (2) angestellten Versuchen gefunden, in welchen der Oberhefe nicht Raffinose sondern nur Melibiose in der Nährlösung geboten war und dennoch Kohlensäure-Entbindung (eben auf dem Wege der Selbstgärung) sich einstellte. Ein zuverlässigeres Verfahren hat später dann A. Bau (3) angegeben, wie 10 folgt. Eine Anzahl von Reagensgläsern, die mit je 10 ccm einprozentiger Raffinose-Lösung beschickt, mit Wattepfropfen verschlossen und sterilisirt worden sind, beimpft man mit je 0,4 g der zu untersuchenden Hefenprobe und hält sie dann bei 30° C. Nach Ablauf von 24 Stunden entnimmt man dem Thermostaten ein Röhrchen, gießt dessen Inhalt durch 15 ein Filter, mißt von dem klaren Filtrate 3 ccm ab, versetzt diese mit einem Kubikcentimeter Fehling'scher Lösung und kocht durch fünf Minuten. Erweist sich das Gemisch hierauf noch als blau, so waren gewiß über 10 Proz. Unterhefe in der Probe. Ist das gleiche Verhalten auch an dem zweiten (bezw. dritten) Röhrchen zu bemerken, das nach 20 abermals je 24 Stunden, also im ganzen nach 48 (bezw. 72) Stunden Gärzeit, untersucht wird, so könne man daraus auf einen Gehalt an Unterhefe von mindestens 5 (bezw. 1) Proz. rückschließen. Ist hingegen das Gemisch von Fehling'scher Lösung und Filtrat des Inhaltes des nach 1, 2 oder 3 Tagen entnommenen Röhrchens nach dem Kochen nicht 25 mehr blau sondern gelb bis gelbbraun, und zeigt sich auf dessen Grunde ein ansehnlicher roter Niederschlag, dann dürfe man die Probe als im technischen Sinne reine Oberhefe bezeichnen.

Wenn die qualitative Prüfung auf Anwesenheit von Unterhefe bejahend ausfällt, dann wird es manchmal noch erwünscht sein, nun auch 30 quantitativ die Größe des Zusatzes von Unterhefe so genau als möglich zu ermitteln. A. Bau (2) schlägt zu dem Zwecke vor, eine geringe Menge der Probe in einer geeigneten Flüssigkeit (etwa in Würze) sorgfältig zu verteilen und von dieser Aufschwemmung dann Platten in Petrischalen zu gießen unter Anwendung von Würzegelatine. Von den 35 auf ihr heranwachsenden Kolonien überimpft man eine Anzahl in eine mit Nährstoffen ausreichend versehene Raffinose-Lösung, welche auf Reagensröhrchen wie oben bezeichnet verteilt ist. Diese hält man hierauf durch einige Zeit bei 30° C. Es wird bald Gärung sich bemerkbar machen. Je nach dem Bilde, das die Flüssigkeit in den einzelnen 40 Röhrchen dabei zeigt, wird man schon ein vorläufiges Urteil sich bilden können; jene Röhrchen, welche Oberhefe erhalten hatten, werden die auffällige, dicke Schaumdecke aufweisen, wie sie für die Obergärung kennzeichnend ist, und werden sich schon dadurch allein von jenen anderen unterscheiden lassen, in denen die Gärung viel ruhiger verläuft, 45 weil in ihnen Unterhefe tätig ist. Hat der Inhalt aller Röhrchen vollständig ausgegoren, dann prüft man jeden einzeln auf die zuvor angegebene Art mittelst Fehling'scher Lösung. Nur in jenen Röhrchen, welche mit je einer Kolonie von Unterhefe beimpft worden waren, wird die blaue Färbung sich erhalten. Aus der Anzahl dieser Röhrchen läßt 50 der gesuchte Prozentgehalt sich leicht berechnen. Als zuverlässig kann dieser Befund jedoch nur dann gelten, wenn in der Probe so gut wie alle Zellen noch entwicklungsfähig gewesen sind.

Proben, in denen die Mehrzahl der Zellen oder sogar alle schon abgestorben oder zur Entwicklung unfähig geworden sind, lassen sich auf solche Weise aber nicht verarbeiten. Für derartige Fälle hat A. Bau (2) empfohlen, die Probe im Luftstrome bei 35° C zu trocknen, dann auf 105° C allmählich aufzuhitzen, fein zu mahlen, mit sterilisirter Melibiose-Lösung zu versetzen und durch 8 Tage bei 25—30° C zu halten. Läßt sich nach Ablauf dieser Zeit in der Flüssigkeit die Anwesenheit von Glucose vermittelst Phenylhydrazin nicht nachweisen, dann war die Probe rein und frei von Unterhefe. Dieses Verfahren wird jedoch wegen der Möglichkeit des Mitspielens solcher Bakterien, welche in der Preßhefe sich finden und fähig sind, Melibiose zu spalten, keinen unbedingten Anspruch auf Zuverlässigkeit erheben dürfen, wenngleich Munsche (1) sich auf Grund eigener Erfahrungen im günstigen Sinne ausspricht. Zusatz von Pilzgiften (insbesondere Weinsäure) zum Zwecke der Niederhaltung der störenden Bakterien aber hat sich als untunlich erwiesen, und zwar wegen der dadurch bewirkten Auslaugung von Hefenbestandteilen, welche die Schärfe der Reaktion mit Fehling'scher Lösung dann beeinträchtigen. Uebrigens sollen zufolge Bau, dem auch Munsche (2) beistimmt, die Bakterien ohne merklichen Einfluß sein, wenn die Versuchsdauer nicht über vier Tage hinaus sich erstrecke. In gerichtlichen Fällen wird man auf diese Versicherung sich nicht verlassen dürfen. Ein tiefgreifendes Studium der Bakterienflora der Preßhefe des Handels (s. S. 517) von diesem Standpunkte aus ist sehr zu wünschen; vielleicht werden sich dadurch auch spezifische Unterschiede gegenüber der Bakterienflora der Brauerei-Betriebshefe heraustinden lassen, über welch letztere man bei C. Heim (1) und auf S. 174 des Fünften Bandes einige Andeutungen findet.

Der Einfluß des Alters der Probe, also der Dauer des Lagerns, ist durch mehrere Forscher geprüft, jedoch verschieden beurteilt worden. H. Lange (2) bemerkte, daß das Vermögen zur Vergärung von Raffinose (bezw. Melibiose) durch das Lagern eine Erhöhung erfahre. O. Saare und Bode (1) zufolge hat ein sogar bis zum Verderben der Hefe ausgedehntes Lagern keinen Einfluß auf die Zuverlässigkeit des Nachweises von Bierhefe (Unterhefe) in Preßhefe nach Bau's Verfahren, insofern man die Anwesenheit der ersteren in der Probe nur dann für bewiesen erachtet, wenn das Ergebnis der Prüfung auf einen Zusatz von mehr als 10 Proz. hindeutet. In Kusserow's (1) Versuchen vergor eine Getreidepreßhefe, die in frischem Zustande nach Bau's Verfahren sich als rein erwiesen hatte, nach elftägigem Stehen bei ca. 18° C dann die gebotene Raffinose binnen 24 Stunden vollständig. Unzweifelhaft waren in diesem Falle Bakterien am Werke gewesen; denn als diese schmierig und sauer gewordene Probe dann durch neue Ueberimpfung wieder aufgefrischt und gereinigt worden war, gab sie wieder die Reaktion wie reine Oberhefe.

Bei einer Preßhefen-Probe, welche nicht nach dem alten sondern nach dem neuen Verfahren hergestellt ist, also bei sogen. Lufthefe (s. S. 516), wird man bei der Deutung eines auf stattgefundene Verfälschung hinweisenden Ergebnisses einer derart durchgeführten Prüfung sehr vorsichtig verfahren müssen. Denn solche Preßhefe enthält oft schon von Haus aus eine Beimengung von Unterhefe, welche während der Herstellung sich eingeschlichen hat und also nicht als eine beabsichtigte Verfälschung bezichtigt werden kann. Dieses Bedenken, auf welches schon durch P. Lindner (7) hingewiesen worden war, ist insbesondere durch Ad. Langfurth (1 u. 2) nachdrücklich geltend gemacht worden;

denn er hatte Proben von unverfälschter Preßhefe, die nach dem Lüftungsverfahren hergestellt war, untersucht, welche eine einprozentige Raffinoselösung innerhalb 24 Stunden vollständig zu vergären vermochten. A. HERZFELD (3) hingegen erachtete das BAU'sche Verfahren auch auf Lufthefen für anwendbar; wenn die vorgelegte Probe von Preßhefe schon nach 24 Stunden die Raffinose vollständig vergoren habe, werde sie als verdächtig gelten können, und man werde dann eben auf die Fabrik, aus der sie herstammt, zurückgreifen und deren Produkt selbst prüfen, um festzustellen, ob auch dieses, unmittelbar entnommen und also unverfälscht, sich so verhalte wie jene Probe. KÜTTNER und ULRICH (1 u. 2) schlossen sich dieser Ansicht an. S. ROHN (1) jedoch läßt BAU's Verfahren bloß für die qualitative Prüfung und auch da nur dann gelten, wenn ein starker Zusatz (20—30 Proz.) von Bierhefe vorhanden ist. A. VON SCHWARZ (1) hat ein Verfahren zur Erkennung dieser letzteren ausgearbeitet, das auf dem Nachweis von Hopfenharz gegründet ist, welches aus ihr trotz alles Waschens sich nicht vollständig entfernen läßt.

Die Anstellung der vergleichenden Prüfung einer in der Fabrik selbst entnommenen Probe ist insbesondere in gerichtlichen Fällen auch noch aus dem Grunde anzuraten, weil es einige obergärige Hefenarten gibt, welche die Raffinose (bezw. Melibiose) vollständig zu vergären vermögen, und umgekehrt einige untergärige Rassen, welche sich gegen Melibiose so verhalten, wie dies bei den obergärigen die Regel ist. Ueber diese Ausnahmen sind in dem von der Melibiase handelnden § 93 des 19. Kapitels des Vierten Bandes genauere Angaben zu finden.

P. LINDNER (3) hat die Lösung der Aufgabe neuerdings von der botanisch-morphologischen Seite her in Angriff genommen. Schon im Jahre 1891 hatte er (1) bemerkt, daß beim Verrühren in Wasser die Satzhefen der untergärigen Brauereien sich grobflockig verteilen, die (obergärigen) reinen Preßhefen hingegen in der Regel feinstaubig. Dieses verschiedene Verhalten hängt zum Teil wohl mit dem Vorkommen und der Beschaffenheit des verkittenden Zellschleimes zusammen, der auch einen Bestandteil des sogen. gelatinösen Netzwerkes (s. Bd. IV, S. 43) ausmacht und beim Auftreten des Bruches im Bottich der Brauerei (s. Bd. V, S. 142) eine Rolle spielt. Jener Schleim ist in Alkalien löslich; er kann also der in der Probe etwa vorhandenen Bierhefe durch das Waschen mit Alkalien, welches das Hopfenharz fortschaffen sollte, genommen worden sein. Um aber dennoch deren Anwesenheit nachweisen zu

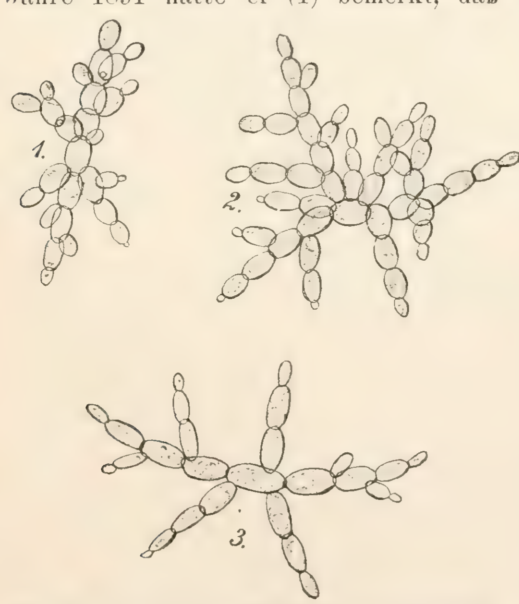


Fig. 35. Sparrige Sproßverbände von Preßhefen in der Tröpfchenkultur, und zwar *1* und *2* von *Rasse XII* und *3* von einer Wiener Preßhefe. Nach P. LINDNER.

können, wird man ein erbsengroßes Stück der zu untersuchenden Probe von Preßhefe in 10 ccm gehopfter Bierwürze einsäen, hier neue Zellen mit frischem Zellschleim heranzüchten und diese Ernte dann auf die Fähigkeit zur Flockenbildung prüfen. Später hat Lindner (4) die Verschiedenartigkeit der Ausbildung der Sproßverbände bei den obergärigen Hefen einerseits und den untergärigen andererseits genauer studiert. Ueber den Vorgang der Zellvermehrung der Hefen auf dem Wege der Sprossung geben in morphologischer Hinsicht § 2 und § 3 des 1. Kapitels des Vierten Bandes eingehende allgemeine Darlegungen, auf welche hier verwiesen sei. Lindner hat nun festgestellt, daß die Sproßverbände bei *Rasse XII* und auch bei anderen Stämmen, die in deutschen Preßhefenfabriken gezüchtet werden, einen sparrigen Aufbau zeigen. Die Abzweigung der Sprosse ist im wesentlichen monopodial (s. Bd. I, S. 168), so daß also der den Hauptstamm des wachsenden Sproßbäumchens bildende älteste Zellverband auch dann noch weiterwächst, nachdem er Seitenzweige hervorgetrieben hat, die ihrerseits dann sich ebenso verhalten. Bei den geprüften Weißbierhefen und obergärigen Bierhefen wurden ähnliche Bilder beobachtet. Die Sproßverbände der untergärigen Bierhefen hingegen zeigen ein anderes Bild: sie sind mehr nach dem Typus des Sympodiums (s. Bd. I, S. 169) aufgebaut, und ihr Zusammenhang ist viel lockerer. Eine Vergleichung der *Fig. 35* mit *Fig. 36* wird das Gesagte verdeutlichen. P. Lindner (5) hat dann noch gezeigt, daß auch die Hefen der Wiener Preßhefenfabriken, so weit er sie hat prüfen können, sich so wie die untersuchten deutschen Proben verhalten (s. *Fig. 37*), und er hat daraufhin vorgeschlagen, daß die Preßhefenfabriken sich zum Zwecke der Erleichterung der Kontrolle darüber einigen sollten, in ihren Betrieben ausschließlich solche Rassen zu züchten,

Fig. 36. Lockere Sproßverbände von untergärigen Bierhefen in der Tröpfchenkultur, und zwar in der (vom Beschauer aus) linken Hälfte nach 24 Stunden und in der rechten Hälfte zu einem späteren Zeitpunkte, in welchem der Zusammenhang schon sich zu lösen beginnt. Nach P. Lindner.

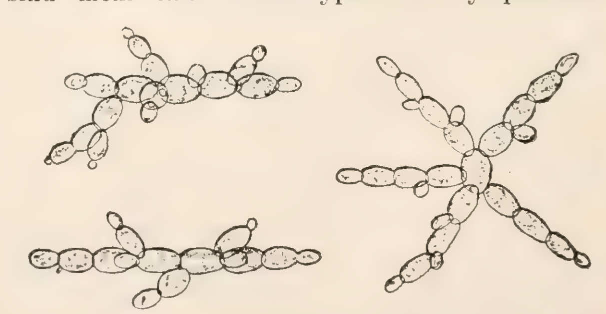


Fig. 37. Sparrige Sproßverbände von drei verschiedenen Wiener Preßhefen in der Tröpfchenkultur. Nach P. Lindner.

die in sparrigen Sproßverbänden sich entwickeln. Die Prüfung einer Preßhefenprobe des Handels auf Grund dieses Merkmales wird so ausgeführt, daß man von dieser soviel in gehopfter, steriler Bierwürze verteilt, daß letztere dann in je einem kleinen Tröpfchen nicht mehr als zwei oder drei Zellen enthält. Mittelst dieser Aufschwemmung legt 5 man eine Tröpfchenkultur (s. Bd. V, S. 171) an, die nach 24 Stunden auf die Art des Aufbaues der inzwischen entstandenen Sproßverbände zu prüfen ist; weiterhin, nach 48 Stunden und später, zerfallen auch die sparrigen Verbände und lassen sich also dann nicht mehr von den Verbänden untergäriger Hefen unterscheiden. 10

Unter Triebkraft versteht der Bäcker das Vermögen der Hefe, den mit dieser bereiteten Teig innerhalb einer gegebenen Zeitdauer zu einem gewünschten Umfange aufgehen zu machen, welcher dann während des Backens nicht geringer werden darf, sondern im Gegenteil noch durch eine Nachwirkung (den sogen. Ofentrieb) etwas zu- 15 nehmen soll. Schon auf S. 519 ist auf die Abhängigkeit dieses Vermögens von der Beschaffenheit des Teiges und Mehles hingewiesen worden. In Unkenntnis dieser Einflüsse hat man früher bei der vergleichenden Prüfung zweier Bäckerhefen diejenige als die triebkräftigere bezeichnet, welche in einem künstlichen Nährboden in der Zeiteinheit 20 die größere Menge an Kohlensäure hervorbrachte; in Wirklichkeit aber hatte man durch diese Feststellung nur die Gärkraft gemessen. Zur Bestimmung dieser letzteren (und damit vermeintlich auch der Triebkraft) hatte M. Hayduck (1) im Jahre 1881 zunächst ein Verfahren angegeben, das sich einer Gärflasche bediente, deren mit Schwefelsäure 25 beschickter Gärverschluß dann durch A. Nibelius (1) eine Verbesserung erfuhr und so eine genauere Wägung der entbundenen Kohlensäure ermöglichte. Ein Jahr später ging Hayduck (3) dazu über, diese letztere auf volumetrischem Wege zu messen. Bald darauf gab E. Meissl (1) ein neues Verfahren an, welches, zum Unterschiede von jenem ersteren, 30 die Hefenprobe nicht in reiner Saccharose-Lösung sondern in gezuckerter Mineralsalz-Nährlösung sich betätigen ließ, die Kohlensäure durch Wägen bestimmte, eine andere Gärdauer einhielt u. dgl. m. Die Bewertung dieser zwei Verfahren, deren Ausführung man in den Handbüchern über Nahrungsmittel-Analyse, wie auch bei Durst (1) und Maurizio (1) 35 genau angegeben findet, wurde Gegenstand einer lebhaften Erörterung, an welcher Hayduck (4 u. 5), Meissl (2), W. Gintl (1), Meissl und Veutin (1), A. Herzfeld (1), H. Elion (1), G. Köck (1) u. a. sich beteiligten. Das Prüfungsverfahren den in der Praxis gegebenen Bedingungen anzupassen, hat dann J. Metzler (1) versucht; er bereitet 40 mit der Hefenprobe einen Teig und mißt dessen Aufgehen. A. Pollak (1) hat dieses Verfahren weiter verbessert und die damit erreichten Befunde zu den Ergebnissen der Prüfung nach Hayduck's Verfahren in Vergleich gestellt. M. Silberberg (2) schließlich erklärte, nur der praktische Backversuch sei maßgebend; denn bei diesem allein kann 45 auch der in der Praxis so wichtige Ofentrieb beurteilt werden.

Literatur

zum Kapitel Mykologie des Bäckereiwesens.

*__Albrecht,__ A., (1) Ueber d. Beteiligung v. Hefen u. Bakterien an der Säurebildung im Teige. Dissert., Würzburg 1904. *__Alsop,__ (1) Engl. Patent 14006 v. 23. 6. 1903. *__Alway,__ F. J., und __Pinkney,__ R. M., (1) Journ. American Chemical Soc., 1908, Bd. 30, S. 81. *__Arcangeli,__ G., (1) Atti Soc. toscana di Scienze natur. residente in Pisa, 1888.

Bd. 9, S. 1. ***Asbóth,** Alex. **von,** (1) Chem.-Ztg., 1888, Bd. 12, S. 25. ***Avery,** S., (1) Journ. American Chemical Soc., 1907, Bd. 29, S. 571. *Bäckerbuch, Das, (1) Stuttgart 1901. ***Balland,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1883, Bd. 96, S. 1588 u. f., und Bd. 97, S. 346 u. f. — (2) Ebenda, 1884, Bd. 99, S. 811. — (3) Ebenda, 1894, Bd. 119, S. 565. — (4) Ebenda, 1895, Bd. 120, S. 1429. — (5) Ebenda, 1904, Bd. 139, S. 473. — (6) Journ. de Pharm. et de Chimie, 1890, 5. sér., Bd. 22, S. 241. — (7) Ebenda, 1904, 6. sér., Bd. 19, S. 64. — (8) Recherches sur les blés etc. Paris 1894. ***Balland** und **Masson,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1893, Bd. 117, S. 797. ***Barger,** G., und **Dale,** H. H., (1) Archiv der Pharmacie, 1906, Bd. 244, S. 550. ***Barth,** Georg, (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1902, Bd. 5, S. 449. ***Bau,** Arminius, (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1894, Bd. 17, S. 374. — (2) Ebenda, 1895, Bd. 18, S. 372. — (3) W. f. Brauerei, 1898, Bd. 15, S. 389. ***Beck,** (1) Arb. Kais. Ges.-Amt, 1906, Bd. 24, S. 256. ***Becker,** H., (1) Z. f. d. ges. Brauwesen, 1897, Bd. 20, S. 437. ***Behrens,** Johann, (1) Wochenblatt d. landw. Vereins im Großherzogtum Baden, 1897, Nr. 24, S. 381. ***Beijerinck,** M. W., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1895, Bd. 1, S. 221. — (2) Ebenda, 1897, Bd. 3, S. 449 u. 523, Anm. — (3) Archives Néerlandaises des Sciences exactes et nat., 1901; Z. f. Spiritusindustrie, 1902, Bd. 25, S. 531. ***Bernhart,** Rudolf, (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1906, Bd. 12, S. 321. ***Bernheim,** H., (1) Münchener medizin. Wochenschrift, 1888, Bd. 35, S. 743. ***Bertrand,** Gabriel, und **Muttermilch,** W., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1907, Bd. 144, S. 1285 u. 1444. ***Beulshausen,** Friedrich, (1) Zur Kenntnis d. Ursache d. Klebrigwerdens von Brot. Dissert., Rostock 1901. ***Beythien,** A., und **Atenstädt,** P., (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1907, Bd. 13, S. 681. ***Birnbaum,** C., (1) Das Brotbacken. Braunschweig 1878. ***Bolas,** Th., (1) Chemical News, 1873, Bd. 27, S. 271. ***Boullanger,** E., (1) Ann. Pasteur, 1897, Bd. 11, S. 720. ***Bousson,** (1) Journ. de Pharm. et de Chimie, 1889, 5. sér., Bd. 20, S. 61. ***Boutroux,** Léon, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1883, Bd. 97, S. 116. — (2) Ebenda, 1891, Bd. 113, S. 203. — (3) Ebenda, 1895, Bd. 120, S. 934. — (4) Le pain et la panification. Paris 1897. ***Brahm,** Carl, (1) Die Mühle, Leipzig, 1903, Bd. 40, S. 383. — (2) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1904, Bd. 8, S. 669. ***Bruylants,** G., und **Druyts,** H., (1) Bulletin Assoc. belge des Chimistes, 1899, S. 20. ***Buchner,** Hans, (1) Münchener mediz. Wochenschrift, 1888, Bd. 35, S. 906. ***Buchwald,** Joh., (1) Der Müller, 1905, Nr. 41. ***Budinoff,** L., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1903, Bd. 10, S. 458. ***Chappuis,** J., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1895, Bd. 120, S. 933. ***Chevallier,** (1) Annales d'Hygiène publique, 1843, Bd. 29, S. 39. ***Chicandard,** G., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1883, Bd. 96, S. 1585, und Bd. 97, S. 616; 1891, Bd. 113, S. 612. ***Chrzaszcz,** T., (1) W. f. Brauerei, 1902, Bd. 19, S. 590. ***Claubry,** Gauthier de, (1) Annales d'Hygiène publique, 1843, Bd. 29, S. 347; Comptes rend. de l'Ac., 1871, Bd. 73, S. 725. — (2) Bulletin de l'Acad. de Médecine, Paris, 1871, Bd. 36, S. 729. ***Cuisinier,** Léon, (1) Französ. Patent 171958 v. 30. 10. 1885; La sucrerie indigène et coloniale, 1886, Bd. 27, S. 226 u. 241. ***Czadek,** Otto **von,** und **Kornauth,** Carl, (1) Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich, 1902, Bd. 5, S. 885. ***Decaisne,** E., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1871, Bd. 73, S. 507. — (2) Ebenda, S. 684. ***Desmots,** Henri, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1904, Bd. 138, S. 581. ***Dombrowsky,** (1) Arch. f. Hyg., 1904, Bd. 50, S. 97. ***Dubrunfaut,** (1) Mémoire s. la saccharification des fécules. Paris 1882. ***Dünnenberger,** Carl, (1) Züricher Dissert., Cassel 1888; Archiv der Pharmacie, 1888, Bd. 226, S. 544. ***Dumas,** J. B., (1) Traité de Chimie appliquée aux arts etc., Paris 1843, Bd. 4, S. 415. ***Durst,** Otto, (1) Handbuch der Preßhefe-Fabrikation. 2. Aufl., Berlin 1896. ***Eckles,** C. H., (1) Ref. in Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1902, Bd. 5, S. 363. ***Effront,** Jean, (1) Les Enzymes, Bd. 1. Paris 1899. ***Elion,** H., (1) Centralbl. f. Bakt., 1893, Bd. 14, S. 53. — (2) Ref. in Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1905, Bd. 10, S. 491. ***Engel,** (1) Les ferments alcooliques. Thèse, Paris 1872. ***Fernau,** Albert, (1) Pharmac. Post, 1907, Bd. 40, S. 133. ***Fernbach,** A., (1) Ann. Pasteur, 1888, Bd. 2, S. 567. ***Fischer,** K., und **Gruenert,** O., (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1907, Bd. 13, S. 692. ***Fleurent,** E., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1906, Bd. 142, S. 180. ***Fränkel,** F., (1) Ueber d. konstante Vorkommen eines zur Coligruppe gehörigen Bazillus im Weißbrotteig. Dissert., Würzburg 1896. ***Fuhrmann,** Franz, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 15, S. 385. ***Galippe,** M., (1) La semaine médicale, 1887, S. 267; ref. in Centralbl. f. Bakt., 1888, Bd. 3, S. 108. ***Géduld,** Robert, (1) Journ. de la Distillerie française, 1891; ref. in W. f. Brauerei, 1891, Bd. 8, S. 545. ***Geissler,** E., (1) Pharm. Centralhalle, 1880, Bd. 1, S. 456. ***Gintl,** Wilhelm, (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1885, Bd. 8, S. 551. ***Girard,** Aimé, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1885, Bd. 101, S. 601. — (2) Ebenda, 1893, Bd. 117, S. 584. ***Grimaldi,** Siro, (1) Staz. sperim. agrar. ital., 1901, Bd. 34, S. 359. — (2) Ebenda, 1904, Bd. 37, S. 374. ***Gruber,** Max, (1) Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 24, S. 228. ***Gruber,** Th., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1907, Bd. 17, S. 644. ***Grünfeld,** Abraham, (1) Arbeiten d. Pharmakolog. Inst. Dorpat, 1892, Bd. 8, S. 108. ***Günther,** Traugott, (1) Ref. in Chem. Cen-

tralbl., 1889, Bd. II, S. 610. ***Guérard,** (1) Annales d'Hygiène publique, 1843, Bd. 29, S. 35. ***Harden,** Arthur, und **Walpole,** Georg Stanley, (1) Proceed. Roy. Soc. London, 1906, Bd. 77, Ser. B, S. 399. ***Hartmann,** Wilhelm, (1) Theorie u. Praxis der Bäckerei. Berlin 1901. ***Hayduck,** Fritz, (1) W. f. Brauerei, 1907, Bd. 24, S. 673. ***Hayduck,** Max, (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1881, Bd. 4, S. 18 u. 201. — (2) Ebenda, S. 85 u. 200. — (3) Ebenda, 1882, Bd. 5, S. 226. — (4) Ebenda, 1883, Bd. 6, S. 965. — (5) Ebenda, 1884, Bd. 7, S. 135. ***Hebebrand,** A., (1) Landw. Versuchsstationen, 1893, Bd. 42, S. 421. — (2) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1902, Bd. 5, S. 58. ***Hecq,** N., (1) Bulletin de l'agricult., 1903, Bd. 19, S. 678. ***Heim,** C., (1) Z. f. d. ges. Brauwesen, 1898, Bd. 21, S. 311. ***Henneberg,** Wilh., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1903, Bd. 26, S. 51. — (2) Ebenda, S. 91. — (3) Ebenda, S. 226. — (4) Ebenda, 1908, Bd. 31, S. 77. ***Herzfeld,** Alexander, (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1885, Bd. 8, S. 594. — (2) Spirituszeitung, 1895, S. 239. — (3) Zeitschr. f. öffentl. Chemie, 1901, Bd. 7, S. 220. ***Hiltner,** L., (1) Landw. Versuchsstationen, 1891, Bd. 39, S. 471. ***Hockauf,** J., (1) Chem.-Ztg., 1903, Bd. 27, S. 811. ***Hoffmann,** J. F., (1) W. f. Brauerei, 1908, Bd. 25, S. 108. ***Holliger,** Wilh., (1) Dissert.; Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 305. ***Holz,** M., (1) Apotheker-Ztg., 1898, Bd. 13, S. 107. ***Hotter,** Eduard, (1) Bericht ü. d. Tätigkeit d. landw.-chem. Landes-Versuchs- u. Samenkontrollstation in Graz i. J. 1903, S. 15. ***Husemann,** Th., (1) Pharmac. Zeitschr. f. Rußland, 1866, S. 572. — (2) Pharmac. Ztg., Berlin, 1892, Bd. 37, S. 128. ***Huss,** Harald, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1907, Bd. 19, S. 50. ***Jaeckle,** Hermann, (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1904, Bd. 7, S. 513. — (2) Ebenda, 1905, Bd. 9, S. 204. ***Jago,** William, (1) Journ. Soc. Chemical Industry, 1887, Bd. 6, S. 164. — (2) The Brewer's Guardian, 1890; ref. in Kochs Jahresb., 1890, Bd. 1, S. 67. — (3) Text-Book of the Science and Art of Bread-Making etc., London 1895. ***Johannsen,** W., (1) Comptes rendus de Carlsberg, 1884, Bd. 2, S. 199. ***Juckenack,** Adolf, (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1899, Bd. 2, S. 786; Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1900, Bd. 39, S. 73. — (2) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1900, Bd. 3, S. 1. ***Juckenack,** Ad., und **Pasternack,** P., (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1904, Bd. 8, S. 94. ***Kämmerer,** H., (1) Tätigkeit d. städt. Untersuchungsanstalt in Nürnberg 1893. ***Keller,** C. C., (1) Schweizer. Wochenschr. f. Pharmacie, 1894, Bd. 32, S. 121 u. 133; 1896, Nr. 8. ***Kita,** T., (1) Ueber die Mikroorganismen u. Zersetzung des gekochten Reises. Dissert., Leipzig 1903; ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1904, Bd. 11, S. 294. ***Koch,** L., (1) Fühlings landw. Ztg., 1903, Bd. 52, S. 297. ***Köck,** Gustav, (1) Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich, 1906, Bd. 9, S. 801. ***Komers,** K., und **Haunalter,** E. von, (1) Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich, 1902, Bd. 5, S. 1225. ***Kraft,** F., (1) Archiv der Pharmacie, 1906, Bd. 244, S. 336. ***Kratschmer,** Florian, und **Niemilowicz,** (1) Centralbl. f. d. mediz. Wissensch., 1889, Bd. 27, S. 727. ***Kreis,** H., (1) Bericht ü. d. Tätigkeit d. kanton. chem. Laborat. Basel-Stadt i. J. 1893. ***Krysiński,** S., (1) Patholog. u. kritische Beiträge zur Mutterkornfrage. Jena 1888. ***Kühnemann,** Gotthold, (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1875, Bd. 8, S. 202. ***Küttner,** S., und **Ulrich,** Chr., (1) Zeitschr. f. öffentl. Chemie, 1901, Bd. 7, S. 185. — (2) Ebenda, S. 273. ***Kusserow,** Reinhold, (1) Mitteilungen f. Brennerei u. Preßhefenfabrikation, Nr. 7; cit. n. Lindner (3). ***Lagerheim,** G., (1) Svensk kemisk Tidskrift, 1901. ***Lange,** H., (1) W. f. Brauerei, 1906, Bd. 23, S. 513; 1907, Bd. 24, S. 417. — (2) Brennereizeitung, 1903, Nr. 5. ***Langfurth,** Adolf, (1) Zeitschr. f. öffentl. Chemie, 1901, Bd. 7, S. 198. — (2) Ebenda, S. 281. ***Laurent,** E., (1) Bulletins de l'Acad. roy. des Sciences de Belgique, 1885, 3. sér., Bd. 10, S. 38. — (2) Ebenda, S. 765. ***Lebbin,** (1) Pharmac. Ztg., 1897, Bd. 42, S. 148. ***Lehmann,** Karl B., (1) Münchener medizin. Wochenschr., 1889, Nr. 7. — (2) Centralbl. f. Bakt., 1894, Bd. 15, S. 350. — (3) Arch. f. Hyg., 1893, Bd. 19, S. 363; 1902, Bd. 44, S. 214. — (4) Ebenda, 1886, Bd. 4, S. 93; 1887, Bd. 6, S. 124. ***Lepère,** E., (1) Zeitschr. f. öffentl. Chemie, 1905, Bd. 11, S. 250 u. 461; 1906, Bd. 12, S. 226. ***Levy,** Fritz, (1) Arch. f. Hyg., 1904, Bd. 49, S. 62. ***Lindner,** Paul, (1) Brennereizeitung, 1891, S. 910. — (2) W. f. Brauerei, 1898, Bd. 15, S. 209. — (3) Z. f. Spiritusindustrie, 1903, Bd. 26, S. 229. — (4) Ebenda, 1904, Bd. 27, S. 156. — (5) Ebenda, S. 225. — (6) W. f. Brauerei, 1907, Bd. 24, S. 469. — (7) Ebenda, 1900, Bd. 17, S. 713. ***Lindner,** P., und **Stockhausen,** F., (1) W. f. Brauerei, 1906, Bd. 23, S. 519. ***Lintner,** C. J., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1901, Bd. 24, S. 359. ***Löhnis,** F., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1907, Bd. 18, S. 97. ***Lohmann,** P., (1) Pharmac. Ztg., 1893, S. 275. ***Lührig,** H., (1) Z. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1904, Bd. 7, S. 141. ***Malouin,** (1) Description et Détails des Arts du Meunier, du Vermicelier et du Boulenger. Avec une Histoire abrégée de la Boulengerie et un Dictionnaire de ces Arts. 2. Aufl. 1779. Deutsch in: Schauplatz der Künste u. Handwerke etc., Bd. 8, Leipzig 1769. ***Mansfeld,** M., (1) 15. Bericht d. Untersuchungsanstalt d. allgem. österr. Apotheker-Vereins, pro 1902/3, S. 9. ***Marcano,** V., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1882, Bd. 95, S. 345 u. 856. — (2) Ebenda, 1883, Bd. 96, S. 1733. — (3) Ebenda, 1883, Bd. 97, S. 1070.

***Matthes,** Hermann, (1) Chem.-Ztg., 1906, Bd. 30, S. 250. ***Matthes,** Herm., und **Hübner,** O., (1) Chem.-Ztg., 1908, Bd. 32, S. 186. ***Maurizio,** A., (1) Getreide, Mehl und Brot. Berlin 1903. ***Mège-Mouriès,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1856, Bd. 42, S. 1122; 1857, Bd. 44, S. 40 u. 449; 1858, Bd. 46, S. 126. ***Meissl,** Emerich, (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1883, Bd. 6, S. 933. — (2) Ebenda, 1884, Bd. 7, S. 389. ***Meissl** und **Veutin,** (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1884, Bd. 7, S. 129. ***Metzler,** J., (1) American Brewer's Review, 1903, Bd. 16, S. 30). ***Michels,** Wolfgang, (1) Zur Entstehung des fadenziehenden Brotes. Kieler Dissert., Königsberg i. Pr. 1902. ***Miller,** A., (1) Revue intern. des falsifications, 1898, Bd. 11, S. 20. ***Mitlacher,** (1) Zeitschr. d. allgem. österr. Apotheker-Vereins, 1902, Nr. 5 ***Mjöen,** A., (1) Forschungsber. ü. Lebensmittel u. ihre Beziehungen z. Hygiene etc., 1895, Bd. 2, S. 346. ***Morris,** G. Harris, (1) Transactions Institute of Brewing, 1893, Bd. 6, S. 132. ***Moussette,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1883, Bd. 96, S. 1865. ***Munsche,** A., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1895, Bd. 18, S. 205. — (2) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1896, Bd. 2, S. 101. ***Musset,** Franz, (1) Pharm. Centralhalle, 1899, Bd. 40, S. 353. ***Neumann Wender,** J., (1) Z. f. Nahrungsmittel-Unters. etc., 1896, Bd. 10, S. 153. ***Nibelius,** A., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1882, Bd. 5, S. 4. ***Ottolenghi,** D., (1) Atti d. R. Accad. dei Fisiocritici, 1903, 4. ser., Bd. 15. ***Palm,** R., (1) Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1883, Bd. 22, S. 319. ***Pantanelli,** E., (1) Annali di botanica, 1906, Bd. 4, S. 1. ***Papasotiriu,** J., (1) Arch. f. Hyg., 1902, Bd. 41, S. 204. ***Parenti,** Carlo, (1) Bollettino Chim. Farm., 1903, Bd. 42, S. 353. ***Parmentier,** (1) Expériences et réflexions sur les blés et les farines. Paris 1776. — (2) Traité sur la fabrication du pain. Paris 1778. ***Pasteur,** Louis, (1) Comptes rend. de l'Ac., 1876, Bd. 83, S. 107. ***Payen,** Anselme, (1) Ann. de chim. et de phys., 1843, 3. sér., Bd. 9, S. 5. ***Peters,** W. L., (1) Bot. Ztg., 1889, Bd. 47, S. 405. ***Planchon,** (1) Journ. de Pharm. et de Chimie, 1889, 5. sér., Bd. 20, S. 299. ***Planitz,** Hans von der, (1) Z. f. d. ges. Brauwesen, 1879, Bd. 2, S. 13. ***Poehl,** A., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1883, Bd. 16, S. 1975. ***Poggiale,** (1) Bulletin de l'Acad. de Médecine, Paris, 1871, Bd. 36, S. 657. ***Pohl,** Otto, (1) Zeitschr. f. angew. Chemie, 1906, Bd. 19, S. 668. ***Pollak,** Alfred, (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1904, Bd. 27, S. 125. ***Pollak,** Isidor, (1) Chem.-Ztg., 1906, Bd. 30, S. 219. ***Popoff,** (1) Ann. Pasteur, 1890, Bd. 4, S. 674. ***Pringsheim,** Hans, (1) Biochem. Zeitschr., 1907, Bd. 3, S. 121; 1908, Bd. 8, S. 119. ***Rapp,** Rudolf, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1902, Bd. 9, S. 625. ***Reinsch,** A., (1) Ref. in Chem. Centralbl., 1898, Bd. II, S. 560. ***Robertson,** J. Chalmers, (1) The Lancet, 1887, Bd. II, S. 518. ***Rochard,** Felix, (1) Annales d'Hygiène publique, 1872, 2. sér., Bd. 40, S. 83. ***Roeser,** P., (1) Arch. de médecine et de pharm. militaires, 1890, S. 462. ***Rohn,** Severin, (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1900, Bd. 3, S. 756. ***Russell,** H. L., (1) 15. Ann. Rep. Agric. Exp. Station Univ. of Wisconsin, 1898, S. 110; ref. in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1899, Bd. 5, S. 234. ***Saare,** Oskar, und **Bode,** G., (1) Z. f. Spiritusindustrie, 1903, Bd. 26, S. 1. ***Sacc,** (1) Comptes rend. de l'Ac., 1875, Bd. 81, S. 1130; 1876, Bd. 83, S. 361. ***Scala,** Albert, (1) Staz. sperim. agrar. ital., 1896, Bd. 29, S. 25. ***Schardinger,** Franz, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1907, Bd. 18, S. 748. ***Scherpe,** R., (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1899, Bd. 2, S. 550. ***Scheurer-Kestner,** A., (1) Comptes rend. de l'Ac., 1880, Bd. 90, S. 369. ***Scheurlen,** (1) Arch. f. Hyg., 1896, Bd. 26, S. 1. ***Schiötz-Christensen,** (1) Blad. f. Pharm., 1892, Nr. 8; ref. in Zeitschr. f. angew. Chemie, 1892, S. 221. ***Schmack,** Fr., (1) Zur Geschichte der chron. Mutterkornvergiftung. Dissert., Halle 1897. ***Schmid,** A., (1) Jahresber. d. thurgau. kanton. Laboratoriums pro 1903, S. 6. ***Schostakowitsch,** W., (1) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1897, Bd. 15, S. 471. ***Schrank,** Josef, (1) Zeitschr. d. allgem. österr. Apotheker-Vereins, 1897, Bd. 35, S. 295. ***Schwarz,** Albert von, (1) Bericht ü. d. 5. intern. Kongreß f. angew. Chemie zu Berlin 1903, Bd. 3, S. 586. ***Seiler,** Franz, (1) Zusammensetzung des durch Bakterien gebildeten Schleims. Dissert., Münster i. W. 1905. ***Silberberg,** Max, (1) Die Mühle, 1905, Bd. 42, Nr. 21. — (2) Z. f. Spiritusindustrie, 1905, Bd. 28, S. 388. ***Snyder,** Harry, und **Voorhees,** L. A., (1) U. S. Department of Agric., Bulletin 67. Washington 1899. ***Sorel,** A., (1) Bulletin Assoc. des Chimistes de sucr. et de dist., 1904, Bd. 22, S. 53. ***Spaeth,** Eduard, (1) Pharmac. Centralhalle, 1896, Bd. 17, S. 542. ***Steenbuch,** Chr., (1) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 1881, Bd. 14, S. 2449. ***Stocks,** H. B., (1) Journ. Soc. Chemical Industry, 1904, Bd. 23, S. 288. ***Storch,** O., (1) Hospitalstidende, Kopenhagen, 1891. ***Strasburger,** E., (1) Sitzungsberichte d. naturhist. Vereins d. preuß. Rheinlande u. Westfalens, 1906, S. 54. ***Strohmer,** Friedrich, (1) Oesterr.-Ungar. Zeitschr., 1903, Bd. 32, S. 226. ***Svoboda,** H., (1) Oesterr. Chemiker-Ztg., 1901, Bd. 4, S. 417. ***Swellengrebel,** N. H, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1905, Bd. 14, S. 374. ***Teichert,** Kurt, (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1907, Bd. 17, S. 376. ***Thomann,** J., (1) Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., 1900, Bd. 6, S. 740. ***Thomson,** Robert D., (1) The London, Edinburgh and Dublin philosophical Magazine, 1843, S. 321. ***Tillmans,** J., (1) Dissert. Münster i. W., Berlin 1902; Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs-

u. Genußmittel, 1902, Bd. 5, S. 737. ***Uffelmann,** J., (1) Centralbl. f. Bakt., 1890, Bd. 8, S. 481. ***Utescher,** E., (1) D.R.P. 96223 v. 24. 11. 1896. ***Vahlen,** E., (1) Archiv f. experim. Pathol. u. Pharmakologie, 1906, Bd. 55, S. 131. ***Vandevelde,** A. J. J., und **Bosmans,** L., (1) Ref. in Chem. Centralbl., 1908, Bd. I, S. 1198. ***Vandevelde,** A. J. J., und **Masson,** J., (1) Ref. in Chem. Centralbl., 1908, Bd. I, S. 282. ***Vogel,** J., (1) Z. f. Hyg., 1897, Bd. 26, S. 398. ***Vuillemin,** Paul, (1) Bulletin Soc. botanique de France, 1886, Bd. 23, S. 236. — (2) Bulletin Soc. mycologique de France, 1903, Bd. 19, S. 106. ***Watkins,** E. J., (1) Journal Soc. Chemical Industry, 1906, Bd. 25, S. 350. ***Weinzierl,** Theodor **von,** (1) Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich, 1903, Bd. 3, S. 389. ***Welte,** Eugen, (1) Würzburger Dissert., München 1895; Arch. f. Hyg., 1895, Bd. 24, S. 84, und Bd. 25, S. 104. ***Wigand,** Alb., (1) Entstehung u. Fermentwirkung d. Bakterien. Marburg 1884, S. 11. ***Wintgen,** M., (1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1904, Bd. 8, S. 529. ***Wolffin,** Alexander, (1) Würzburger Dissert., München 1894; Arch. f. Hyg., 1894, Bd. 21, S. 268. ***Zippel,** (1) Zeitschr. f. Veterinärkunde, 1894, Bd. 6, S. 57. ***Zoso,** A., (1) Ref. in Chem. Centralbl., 1907, Bd. II, S. 1754.

Sach-Register

zusammengestellt von

Dr. Alexander Kossowicz
in Wien.

(Ein Sternchen * vor der Seitenzahl bedeutet Abbildung. — Unter C bezw. K vermißte Stichwörter suche man unter K bezw. C. Wörter mit ä, ö, ü suche man alphabetisch unter ae, oe, ue. — Die Synonyma wichtiger Organismen sind angeführt, so daß man betr. eines solchen an mehreren Stellen nachzusehen haben wird.)

A.

B.

C.

D.

E.

F.

H.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Y.

Z.

Berichtigungen.

eite 3	Zeile 24	anstatt	Cysterne	lies	Cisterne
„ 13	„ 12 u. 20	„	*mastitis*	„	*mastitidis*
„ 80	„ 24	„	*M. acidi lactis*	„	*M. lactis acidi*
„ 85	„ 42	„	*acidi lactis*	„	*acidi lactici*
„ 98	„ 38	„	*lactici*	„	*paralactici*
„ 101	„ 24	„	*acidi lactici*	„	*acidi lactis*
„ 105	„ 27	„	PENINGTON und KUSEL	„	PENNINGTON und KÜSEL
„ 125	„ 5	„	*Sacch. lactis acidi*	„	*Sacch. acidi lactici*
„ 126	„ 20	„	*kefir*	„	*Kefyr*
„ 126	„ 35	„	*Saccharomyces*	„	*Lactomyces*
„ 127	„ 48	„	*Saccharomyces lactis acidi*	„	*Saccharomyces acidi lactici*
„ 127	„ 51	„	*kefir*	„	*Kefyr*
„ 143	„ 14	„	F. W. F.	„	F. W. J.
„ 162	„ 12	„	Milliarden	„	Millionen
„ 162	„ 30, 38, 51	„	WEINZIERL	„	WEINZIRL
„ 163	„ 43	„	WEINZIERL	„	WEINZIRL
„ 167	„ 26	„	*acidi lactici*	„	*acidi lactis*
„ 189	„ 12 v. unten	„	*Schaffer, F., (1) .... Bd. 12, S. 379	„	*Schaffer, F., (1) .... Bd. 2, S. 379
„ 189	„ 13 v. unten	„	Weinzierl	„	Weinzirl
„ 193	„ 36, 37, 39	„	*mastitis*	„	*mastitidis*
„ 194	„ 37	„	*mastitis*	„	*mastitidis*
„ 213	„ 22 u. 50	„	*acidi lactici*	„	*acidi lactis*
„ 219	„ 52	„	*acidi lactici*	„	*acidi lactis*
„ 226	„ 13	„	*mastitis*	„	*mastitidis*
„ 303	„ 32	„	*meldentis*	„	*meldensis*
„ 367	„ 8	„	*Erisyphe*	„	*Erysiphe*
„ 373	„ 34	„	MOSTYNKY	„	MOSTYNSKY
„ 387	„ 13 v. unten	„	*Mostynky	„	*Mostynsky
„ 390	„ 35	„	ENGEL'S (1)	„	ENGELS' (1)
„ 390	„ 37	„	OVERTON'S	„	OVERTON'S (1)
„ 391	„ 7	„	JES (1 u. 2)	„	JESS (1 u. 2)
„ 397	„ 3	„	QUENSEL (2)	„	QUENSEL (1)
„ 397	„ 10	„	L. PAUL'S	„	L. PAUL'S (1)
„ 398	„ 51	„	TROMBETTA	„	TROMBETTA (1)
„ 507	„ 38	„	F. GÜNTHER	„	T. GÜNTHER
„ 510	„ 18	„	L. LEPÈRE	„	E. LEPÈRE

Berichtigungen zum Ersten Band.

Seite 1	Zeile 28	anstatt	giest	lies	gist
„ 20	„ 42	„	CHALARD	„	CHARLARD
„ 202	„ 7	„	Phycomyces nitens	„	*Phycomyces nitens*
„ 275	„ 35	„	Quel.,	„	QUEL.,
„ 665	„ 17 v. oben	„	Bd. 91, S. 1907. *Barth,	„	Bd. 91, S. 337. *Barth,

Abkürzungen
der Zeitschriftentitel in den Literatur-Nachweisen.

Ann. de chim. et de phys. = Annales de chimie et de physique.
Ann. de microgr. = Annales de micrographie.
Ann. Pasteur = Annales de l'Institut Pasteur (Paris).
Arb. Kais. Ges.-Amt = Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte in Berlin.
Arch. d. Anat. und Phys. = Archiv der Anatomie und Physiologie. Physiolog. Abt. (Du Bois-Reymond).
Arch. f. Hyg. = Archiv für Hygiene.
Beitr. z. Biol. d. Pflanz. = Beiträge zur Biologie der Pflanzen (Cohn).
Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. = Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. = Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft.
Biedermanns Centralbl. = Centralblatt für Agrikulturchemie (Biedermann).
Böhm. Zeitschr. = Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen.
Bot. Ztg. = Botanische Zeitung.
Centralbl. f. Bakt. = Centralblatt für Bakteriologie.
Centralbl. f. d. Zuckerindustrie = Centralblatt für die Zuckerindustrie der Welt.
Chem.-Ztg. = Chemiker-Zeitung (Cöthen).
Comptes rend. de l'Ac. = Comptes rendus de l'Académie des sciences (Paris).
Comptes rendus de Carlsberg = Comptes rendus des travaux du laboratoire de Carlsberg, Kopenhagen.
Deutsche Zuckerindustrie = Die Deutsche Zuckerindustrie (Herbertz)
Dinglers Journ. = Dinglers polytechnisches Journal.
Hyg. Rundsch. = Hygienische Rundschau.
Jahrb. wiss. Bot. = Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik (Pringsheim).
J. federated Inst. Brewing = Journal of the Federated Institutes of Brewing.
J. f. Landwirtschaft = Journal für Landwirtschaft.
J. f. prakt. Chem. = Journal für praktische Chemie.
Kochs Jahresb. = Kochs Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen.
Landw. Jahrbücher = Landwirtschaftliche Jahrbücher (Berlin).
Landw. Jahrb. d. Schweiz = Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz.
Landw. Versuchsstationen = Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen (Nobbe).
Liebigs Ann. = Annalen der Chemie und Pharmacie (Liebig).
Milchztg. = Milchzeitung.
Mitt. Kais. Ges.-Amt = Mitteilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte.
Monatsh. f. Chem. = Monatshefte für Chemie (Wien).
Oesterr.-Ungar. Zeitschr. = Oesterreichisch-Ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft.
Pflügers Archiv = Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie.
Poggendorffs Ann. = Annalen der Physik und Chemie (Poggendorff).
Scheiblers Neue Zeitschr. = Neue Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie (Scheibler).
Vereins-Zeitschr. = Zeitschrift des Vereins für die Rübenzucker-Industrie (im Zollverein) des Deutschen Reiches = Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zucker-Industrie.
Virchows Archiv = Archiv für pathologische Anatomie (Virchow).
W. f. Brauerei = Wochenschrift für Brauerei.
Z. f. Biologie = Zeitschrift f. Biologie.
Z. f. d. ges. Brauwesen = Zeitschrift für das gesamte Brauwesen (München).
Z. f. Hyg. = Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten.
Z. f. Nahrungsmittel-Unters. etc. = Zeitschrift für Nahrungsmittel-Untersuchung und Hygiene (Wien).
Z. f. Pflanzenkrankheiten = Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten.
Z. f. physiolog. Chemie = Zeitschrift für physiologische Chemie.
Z. f. Spiritusindustrie = Zeitschrift für Spiritusindustrie.
Z. f. wiss. Mikroskopie = Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdruckerei), Naumburg a. S.





